

Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitos

Heli Roström

**METSÄISTEN ELINYMPÄRISTÖJEN SUOJELUARVOT
– VALTAKUNNALLINEN JA ALUEELLINEN VERTAILU**

Maantieteen pro gradu -tutkielma

Asiasanat: eliömaantiede, metsä, pirstoutuminen, Zonation-ohjelmisto, spatiaalinen priorisaatio

Turku 2017

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

The originality of this thesis has been checked in accordance with the University of Turku quality assurance system using the Turnitin OriginalityCheck service.

TURUN YLIOPISTO

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Maantieteen ja geologian laitos

ROSTRÖM, HELI: Metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot - valtakunnallinen ja alueellinen vertailu

Pro gradu -tutkielma, 53 s.

40 op

Maantiede

Helmikuu 2017

Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma METSO:n (2008–2025) tavoitteiden toteuttamiseksi kustannustehokkaasti on joissakin Suomen valtion hallinnollisissa yksiköissä otettu käyttöön ekologinen päätösanalyysiohjelmisto Zonation. Zonation-ohjelmiston avulla on tehty analyyseja erilaisin painotuksin metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen selvittämiseksi ja suojelun kohdentamiseksi korkeimman priorisaation metsäisiin elinympäristöihin. Tutkimuksessa vertaillaan Zonation-ohjelmistolla tuotettuja valtakunnallisen (VMA) ja alueellisen (AMA) metsäisten elinympäristöjen analyysien priorisaatiokarttoja erilaisten paikkatietoaineistojen avulla.

Tutkimuksessa selvitetään kahdella erilaisella analyysimenetelmällä saatujen metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen eroja ja metsäisten elinympäristöjen maantieteellisen sijoittumisen eroja. Lisäksi selvitetään, voidaanko erilaisilla maantieteellisillä ilmiöillä selittää metsäisten elinympäristöjen sijaintia. Tutkimuksessa selvitetään myös metsäisten elinympäristöjen sijoittumista suhteessa nykyisiin suojelualueisiin.

Tuloksissa havaittiin metsäisten elinympäristöjen sijoittumisessa eroja VMA:n ja AMA:n välillä. Suurimmat erot näkyivät Hämeen ja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY) alueilla. Lisäksi havaittiin metsäisten elinympäristöjen maantieteellisessä sijoittumisessa kahden analyysin välillä pohjois-eteläsuuntainen ero. VMA:ssa parhaat metsäiset elinympäristöt painottuivat eteläiseen Suomeen, AMA:ssa taas pohjoiseen Suomeen. Raja noudatti ELY-keskusalueiden rajausta linjalla Varsinais-Suomi ja Satakunta - Keski-Suomi - Pohjois-Karjala.

Tutkimuksessa selvisi, että ELYjen pinta-alaan suhteutettuna eniten arvokkaimpia metsäisiä elinympäristöjä oli Uudenmaan ja Hämeen ELY-keskusten alueilla. Vähiten kohteita oli Lapissa ja Kainuussa sekä alueella Etelä-Pohjanmaalta Pohjois-Pohjanmaalle. Metsäisiä elinympäristöjä oli eniten hemi- ja eteläborealisilla metsäkasvillisuusvyöhykkeillä, mikä näkyi myös vertailtaessa elinympäristöjen sijaintia suhteessa muihin maantieteellisiin ilmiöihin. Tutkimuksessa selvisi myös, että suurin osa luonnonsuojelualueilla sijaitsevista metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi kansallispuistoissa, soidensuojelualueilla ja erämaa-alueilla. Pinta-alaosuuteen suhteutettuna eniten suojeluarvoltaan arvokkaimpia kohteita oli vanhojen metsien suojelualueilla. Tuloksissa havaittiin, että arvokkaimmat metsäiset elinympäristöt sijoittuivat kaupunkialueiden keskustaajamiin ja kaupungin läheiselle maaseudulle. Lähes kaksi kolmannesta elinympäristöistä sijaitsi kuitenkin harvaan asutulla maaseudulla.

Asiasanat: eliömaantiede, metsä, pirstoutuminen, Zonation-ohjelmisto, spatiaalinen priorisaatio

UNIVERSITY OF TURKU
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Department of Geography and Geology

ROSTRÖM, HELI: The conservation values of forested habitats - national and regional comparison

Master's Thesis, 53 pp.
40 ECTS
Geography
February 2017

In order to cost-effectively achieve the goals of the Forest Biodiversity Programme for Southern Finland METSO (2008–2025), some Finnish government agencies have taken Zonation ecological decision-support software into use. Zonation software has been used to conduct analyses with different weightings to define the conservation values of forested habitats and to focus conservation efforts on the forested habitats with the highest priority. The purpose of this study is to compare national (VMA) and regional (AMA) forested habitat analysis priority maps generated with Zonation with the help of different GIS-based data.

This study examines the differences in the forested habitat conservation values and the spatial differences in forested habitats produced by two different analysis methods. This study also examines whether there are any geographical phenomena that can explain the geographical location of forested habitats. This study furthermore examines the location of forested habitats in relation to existing conservation areas.

The results indicate that there are differences in the spatiality of forested habitats between VMA and AMA. The biggest differences were found in the Center for Economic Development, Transport and the Environment (ELY) regions of Häme and Uusimaa. A north-south directional difference in the spatiality of forested habitats between the two analyses was revealed. In the VMA, the most valued habitats were predominantly in southern Finland, while in the AMA they were in northern Finland. The border followed the boundaries of ELY Centers in a line between Southwest Finland-Satakunta - Central Finland - North Karelia.

The study shows that proportionally to all ELY Centers, most of the highest valued forested habitats were situated in the ELY Centers of Uusimaa and Häme. The lowest amount of the highest valued habitats was situated in the ELY Centers of Lapland and Kainuu and also in the areas between South Ostrobothnia and North Ostrobothnia. Most of the forested habitats were situated in the hemi-boreal and south boreal forest zones, which was also shown when comparing the location of the habitats in relation to other geographical phenomena. The study also shows that most of the forested habitats situated in conservation areas were in national parks, in mire reserves and in wilderness reserves. In proportion to area, most of the forested habitats of the highest conservation value were situated in old-growth forest reserves. The results showed that the most valued habitats were situated in urban areas and in rural areas close to urban areas. However, almost two thirds of the habitats were situated in sparsely populated rural areas.

Keywords: biogeography, forest, fragmentation, Zonation software, spatial prioritization

SISÄLLYS

Lyhenteet

1. Johdanto	1
2. Tutkimuksen teoreettinen tausta	4
2.1 Metsien käytön historia	4
2.2 Monimuotoinen metsä ja metsälajien uhanalaisuus	6
2.3 Metsien pirstoutuminen	8
2.4 Zonation - spatiaalisen suojelusuunnittelun työkalu	9
3. Aineisto ja menetelmät.....	12
3.1 Tutkimusalue	12
3.2 Tutkimusaineisto	14
3.3 Tutkimusmenetelmät	23
4. Tulokset.....	24
4.1 Metsäiset elinympäristöt - valtakunnalliset ja alueelliset tulokset	24
4.1.1 Metsäiset elinympäristöt ELY-keskusalueilla	32
4.2 Metsäiset elinympäristöt suhteessa maantieteellisiin ilmiöihin	34
4.2.1 Keskilämpötila ja vuosisade	34
4.2.2 Metsä- ja suokasvillisuus.....	36
4.2.3 Vesistöjen vaikutus.....	38
4.2.4 Suojelualueet	40
4.2.5 Kaupungin, maaseudun ja tiestön vaikutus	43
5. Tulosten tarkastelu	44
5.1 Metsäisten elinympäristöjen spatiaalinen priorisaatio	44
5.2 Menetelmien onnistuminen ja virhelähteet	46
5.3 Metsätalouden ja metsien suojelun yhteensovittaminen	48
6. Kirjallisuus	50

Lyhenteet

VMA Valtakunnallinen metsäisten elinympäristöjen analyysi

AMA Alueellinen metsäisten elinympäristöjen analyysi

SYKE Suomen ympäristökeskus

ELY-keskus Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Luke Luonnonvarakeskus

METSO Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma

HERTTA Ympäristötiedon hallintajärjestelmä

YSA Yksityinen suojelualue

1. Johdanto

Suomi on Euroopan metsäisimpiä maita, jossa metsätalousmaata (mukaan lukien kituja ja joutomaat, joissa puuston kasvu on alle $1,0 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$) on 26,2 miljoonaa hehtaaria eli 86 prosenttia maapinta-alasta. Metsätalousmaista 12 miljoonaa hehtaaria eli hieman alle puolet sijaitsee eteläosassa maata. Yli puolet Suomen metsistä on yksityisten metsänomistajien hallinnassa. Heidän omistusosuutensa on 53 prosenttia metsätalousmaasta, valtion omistuksessa on 35 prosenttia ja loput 12 prosenttia on yhtiöiden, kuntien, seurakuntien ja yhteisöjen omistamia. Suojeltuja ja rajoitetussa metsätaloustaloudessa olevia metsäisiä suojelualueita on 3 miljoonaa hehtaaria, joista suurin osa on ollut tavallisessa metsätaloustaloudessa ennen suojelua. Suojelualueet jakaantuvat maantieteellisesti epätasaisesti: suurin osa suojelualueista sijaitsee Pohjois-Suomessa ja valtion mailla. Kuitenkin metsäluonnon monimuotoisuus vähenee etelästä pohjoiseen ja suurin osa uhanalaisista metsissä elävistä eliölajeista esiintyy ainoastaan eteläisessä Suomessa (Hanski 2003: 20, 30; Metsätilastollinen vuosikirja... 2014: 79–80; Ennallistaminen suojelualueilla... 2003: 22).

Vaikka metsäpeitteen määrä on pysynyt Suomessa lähes samana, ovat metsien luontaiset ekologiset piirteet muuttuneet ja tietyt elinympäristöjen ominaisuudet pirstoutuneet. Kun metsää on maisemassa jäljellä alle 59 prosenttia, elinympäristö on pirstoutunut. (Jokimäki & Henttonen 1998: 457). Vanhojen metsien pirstoutumista pidetään yhtenä suurimpana syynä monien metsistä riippuvaisten lajien taantumiseen koko Fennoskandiassa (Löfman & Kouki 2003: 248; Kouki et al. 2001: 27–28). Maisemarakenteen tarkastelussa mittakaavalla on suuri merkitys. Esimerkiksi Boucher et al. (2015: 1913–1921) tutkimuksen mukaan metsänhoito lisää heterogeenisyyttä maisematasolla, mutta vähentää sitä metsikkötasolla. Hoitamattomassa metsämaisemassa vanhojen puiden (yli 120-vuotiaat) osuus voi olla yli 70 prosenttia, kun hoidetussa metsämaisemassa puiden ikäjakauma voi olla suuri. Vanhat metsät esiintyvät hoidetuissa metsissä pirstoutuneempina, vähemmän kytkeytyneinä ja pienemmissä laikuissa (Boucher et al. 2015: 1913–1921).

Maiseman kytkeytyvyys riippuu maiseman rakenteesta ja eliölajien kyvystä liikkua maisemassa. Maiseman mittakaava muuttuu eliölajista riippuen. Toiselle eliölajille sama maisema voi olla pirstoutunut ja toiselle yhtenäinen (Jokimäki & Henttonen 1998:

457). Populaatioiden koko ja elinvoimaisuus ovat riippuvaisia soveliaan elinympäristön laadusta, määrästä ja saavutettavuudesta. Elinympäristön laatu ja määrä määrittävät sen, paljonko kyseisellä alueella voi esiintyä tiettyjä eliölajeja. Saavutettavuus kertoo sen, miten eliölajit pystyvät liikkumaan alueiden välillä maisemassa. Sopivan elinympäristön pinta-alan pieneneminen voi johtaa lajien häviämiseen (Hanski 2003: 20). Suojelutoimien suunnittelussa ja toteutuksessa tulisi huomioida riittävä erilaisten elinympäristöjen määrä maisematasolla, jotta populaatiot voisivat säilyä elinvoimaisina (Hanski 2003: 20).

Valtioneuvoston periaatepäätökseen perustuva Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma METSO:n (2008–2025) tavoitteena on ”pysäyttää metsäisten luontotyyppien ja metsälajien taantuminen ja vakiinnuttaa luonnon monimuotoisuuden suotuisa kehitys vuoteen 2025 mennessä”. Ohjelma sisältää 14 toimenpidettä, joiden toteutuksesta vastaavat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (jatkossa ELY-keskukset) yhdessä Suomen metsäkeskuksen kanssa ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön ohjauksessa. Kaikki ohjelman toimenpiteet ovat metsänomistajille vapaaehtoisia, ja toimenpiteiden tulee olla ekologisesti vaikuttavia ja kustannustehokkaita (Valtioneuvoston periaatepäätös... 2016). METSO-ohjelman toteutuksen avuksi on kehitetty vuodesta 2010 lähtien Zonation-analyyseja ”Zonation METSO:n päätöksenteon tukena (MetZo)” -projektissa, jota koordinoi Metsähallituksen luontopalvelut (Leinonen et al. 2013: 3).

Erilaisia ekologisia päätösanalyysiohjelmistoja on kehitetty luonnonsuojelun ja luonnonhoidon avuksi maailmalla, jotta voidaan löytää luontoarvoiltaan merkittävimmät kohteet mahdollisimman kustannustehokkaasti ja kohdistaa suojelutoimet alueille, joissa niillä on suurin vaikuttavuus. Suomessa tällainen ekologinen päätösanalyysiohjelmisto on Zonation, jota on käytetty useissa eri hankkeissa sekä Suomessa että ulkomailla. Zonation on Suomessa otettu käyttöön ainakin ELY-keskuksissa, Suomen metsäkeskuksessa ja Metsähallituksessa. Zonation-ohjelman ensimmäinen versio ilmestyi vuonna 2006 (Leinonen et al. 2013: 3; Lehtomäki et al. 2016: 193–194). Vuonna 2008 sitä käytettiin ensimmäisen kerran eteläisessä Suomessa suojelusuunnittelun apuna, tavoitteena löytää 10 000 hehtaaria valtion metsätalousalueita suojelualueverkoston laajentamiseksi (Lehtomäki et al. 2009: 2440) Etelä-Savon metsäkeskuksen alueella pilotoitiin Zonationin käyttö tärkeimpien suojelukohteiden tunnistamiseksi vuonna 2009, ja vuosien 2011

ja 2012 aikana metsäelinympäristöjen alueelliset analyysit tehtiin ensimmäisen kerran kaikille Suomen metsäkeskuksen alueyksiköiden alueille. Tavoitteena oli löytää potentiaalisia METSO-ohjelmaan soveltuvia arvokkaita metsäisiä elinympäristöjä (C-BIG 2016; Rantala et al. 2014: 11).

Uusin, 2016 tehty Zonation-analyysi oli ensimmäinen koko metsäisen Suomen kattava analyysi METSO-kohteiden löytämiseksi. Valtakunnallisen analyysin lisäksi tehtiin myös alueellinen analyysi, jossa alueina olivat edellisessä analyysissä käytettyjen Metsäkeskusalueiden sijaan ELY-keskusalueet. Zonation-analyysillä tuotettuja karttoja käyttävät Suomen ympäristökeskuksen, ELY -keskusten, Suomen metsäkeskuksen ja Metsähallituksen luontopalveluiden ja metsätalouden asiantuntijat työssään METSO-ohjelman toteutuksessa Suomen luonnon monimuotoisuuden vähenemisen pysäyttämiseksi yksityisillä metsätalousmailla ja valtion hallinnoimilla suojelualueilla sekä esimerkiksi kaavoituskysymyksissä. Lisäksi karttojen tietoja hyödynnetään maa- ja metsätalousministeriössä ja ympäristöministeriössä.

Tutkielman tuloksia käytetään Zonation-analyysitulosten tulkinnassa käytännön suojelu- ja luonnonhoitotyön tukena. Tutkielman tulosten toivotaan parantavan Suomessa ympäristö- ja metsähallinnossa Zonation -tulostulosten käytettävyyttä, auttavan asiantuntijoita ymmärtämään Zonation -tuloksia paremmin ja hyödyntämään niitä tehokkaammin ja parhaiten itselleen sopivalla tavalla.

Tein tutkielman osana METSO-ohjelman tavoitteita tukevaa MetZo II -projektia ja yhteistyössä Suomen metsäkeskuksen ja Tapion ”Kasvua ja vaikuttavuutta METSO luonnonhoitoon 2014–2016” -hankkeen kanssa. Lähimpänä yhteistyötahona toimi Suomen ympäristökeskus ja siellä analyysistä päävastuussa ollut Ninni Mikkonen. Laissa Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä säädetään metsätiedon luovutuksesta. Yksityisten metsänomistajien metsätieto on henkilötietoa, jota taas säätelee henkilötietolaki (Finlex 2011). Osa tässä tutkielmassa käytetystä metsätiedosta kuuluu näiden lakien piiriin, mikä estää yksittäisten metsätietojen näyttämisen ulkopuolisille.

Tutkielmaan valitsin yhden metsäisten elinympäristöjen analyysiversion tulostulokset kuudesta erilaisesta Zonation-analyysistä. Tässä analyysiversiona oli huomioitu metsien paikallinen laatu, toimenpidesakot, kytkeytyvyys ja punaisen listan metsälajit.

Tulokarttoja oli yhdessä versiossa kaksi: valtakunnallinen metsäisten elinympäristöjen analyysi (VMA), joka kohdistuu samalla tavalla koko tutkimusalueelle, ja alueellinen metsäisten elinympäristöjen analyysi (AMA), joka kohdistuu ELY-keskusalueittain huomioiden vain mitä yhden hallinnollisen alueen sisällä on.

Tutkimukseni päätavoite oli selvittää metsäisten elinympäristöjen Zonation-analyysien tulosten alueellisia ja valtakunnallisia samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Tutkimuskysymykseni olivat:

1. Millaisia suojeluarvoja metsäisten elinympäristöjen valtakunnallisessa ja alueellisessa tulokartoissa esiintyy ja mitkä niiden erot ovat?
2. Missä korkeimman priorisaation metsäiset elinympäristöt sijaitsevat valtakunnallisessa ja alueellisessa tulokartoissa ja onko niiden sijainnissa eroa?
3. Vaikuttavatko kasvuolosuhteet ja ihminen metsäisten elinympäristöjen ja korkeimman priorisaation alueiden maantieteelliseen sijoittumiseen?
4. Miten Zonation-analyysin metsäiset elinympäristöt sijoittuvat nykyisiin suojelualueisiin nähden?

2. Tutkimuksen teoreettinen tausta

2.1 Metsien käytön historia

Metsien käytön historia Suomessa on vuosituhsia pitkä. Puuta on käytetty lukemattomien tavoin kuten polttoaineena, työkaluina, laivanrakennuksessa ja jopa ravintona, raivattu laidunmaiksi ja hakattu teollisuuden käyttöön. Myllyntaus & Mattila (2002: 276–281) arvioivat, että 1800-luvulla Suomessa käytettiin raakapuuta vuositasona noin 20 miljoonaa kuutiometriä, noin 20 kuutiometriä asukasta kohden. Vuonna 2013 raakapuuta käytettiin Suomessa 73,9 miljoonaa kuutiometriä eli 14 kuutiometriä asukasta kohden. Huomioitavaa on, että vuoden 2013 luku pitää sisällään ulkomailta tuodun metsähakkeen (Metsätilastollinen vuosikirja... 2014: 241; Väestörakenne 2014). Tiestön puuttuessa puuta kuljetettiin kauemmilta alueilta uittamalla, jota varten puroja ja jokia perattiin. Puiden kaato ja kuljetus uittoreittien varsille tarjosivat talvisaikaan töitä köyhälle maaseudun väestölle (Lyytimäki & Hakala 2008: 314). 1800- ja 1900-luvun

vaihteessa Suomen metsävarat olivat alimmillaan muun muassa puuston ikärakenteen, lisääntyvän väestön ja epäsuosiollisen ilmaston takia (Myllyntaus & Mattila 2002: 284–285).

Erityisesti kaskiviljely ja tervanpoltto vaikuttivat vuosisatoja Suomen metsien tilaan, aina 1900-luvun alulle asti (Rouvinen et al. 2005: 22). Terva oli pitkään yksi Suomen tärkeimmistä vientituotteista ja sen valmistus keskittyi erityisesti Pohjanmaalle ja Kainuuseen (Myllyntaus & Mattila 2002: 278; Rouvinen et al. 2002: 2185). Jo varhaiskeskialta lähtien Suomi on jakautunut kahteen toisistaan poikkeavaan maatalouskulttuuriin; Päijänteen ja Kymijoen itäpuoliset alueet muodostivat kaskialueen, eteläiset ja läntiset alueet peltoviljelyalueen. Tosin molempia viljelymenetelmiä käytettiin molemmilla alueilla. Myös asutus poikkesi näillä alueilla toisistaan. Länsisuomalaiset asuivat peltojen lähellä kylissä, itäsuomalaiset peltojen ympäröiminä erillään ja usein vesistöjen läheisyydessä (Tasanen 2004: 59–60).

1800-luvun puolenvälin jälkeen alkoi metsäteollisuuden nopea kasvu ja maailmansotien välisenä aikana metsäteollisuudesta tuli suurin puunkäyttäjä. Metsien käytön tarkoituksiksi tuli tuottaa raaka-ainetta metsäteollisuudelle ja metsien käyttö tuli näin riippuvaiseksi metsäteollisuuden kehityksestä (Hetemäki et al. 2011: 21). Vielä 1950-luvulle asti pääasiallinen metsien hakkuumenetelmä oli määrämittaharsintahakkuu, jossa tukkiko-koisia ja hyvälaatuisia puita kerättiin sahojen tarpeisiin, pienemmät ja laatuvikaiset eli geneettisesti vähätuottoisemmat puut jätettiin metsiin. Kun harsintahakkuut kiellettiin, metsänhoito alkoi perustua selvään hakkuukiertoon. 1950-luvulla päätehakkuulajit avo- ja siemenpuuhakkuu sekä alikasvos kuusten kasvattamiseen tähtäävä suojuspuuhakkuu tulivat yleisesti käytetyiksi hakkuumenetelmiksi teollisen puuntuotannon kasvaessa. 1960-luvulla siirryttiin tehometsätalouteen, jolloin metsien hoidossa hallitsivat puunkorjuun koneellistuminen, vähätuottoisten metsien uudistaminen, voimaperäinen maanmuokkaus ja metsien viljely ja nuorten metsien hoito. Lisäksi ojituksia ja lannoituksia käytettiin yleisesti niiden saavuttaessa huippunsa 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa. Lähes 60 prosenttia Suomen soista ojitettiin tänä aikana. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana puuston kasvu ja määrä ovat lisääntyneet voimakkaasti lähinnä johtuen menneiden vuosikymmenien soiden ojituksista. Myös uusia metsäteitä rakennettiin runsaasti ja metsiä raivattiin pelloiksi. Nykyisin noin 95 prosenttia Suomen metsistä on

hoidettuja. (Hetemäki et al. 2011: 23–24; Lyytimäki & Hakala 2008: 320; Löfman & Kouki 2001: 44, 51).

Kaskeamisen seurauksena esimerkiksi eteläisessä osassa Suomea vanhojen, yli 200-vuotiaiden metsien osuus väheni kolmasosaan jo 1800-luvun alkuun mennessä. Asutuksen ja puuta käyttävän teollisuuden keskittyminen 1800-luvulla eteläiseen Suomeen ja Itämeren rannoille merkitsivät metsien käytön merkittävästi suurempaa intensiteettiä eteläisessä Suomessa. Luonnontilaisen kaltaisten metsien osuus Etelä-Suomessa on nykyisin alle prosentti ja eteläisimmässä Suomessa (hemi- ja eteläboreaalisisessa kasvillisuusvyöhykkeessä) määrä on vain 0,2 prosenttia. Hemi- ja eteläboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen suojelualueilla vanhojen (yli 140-vuotiaiden) metsien osuus on 5,5 prosenttia. Pohjoisimmissa osissa Suomea metsien käytön intensiteetti on ollut pientä 1900-luvun alulle asti ja muutokset metsien rakenteeseen vähäisempiä. Vanhojen metsien osuus on Pohjois- ja Koillis-Suomen rajaseuduilla vielä 10 prosenttia. (Hanski 2003: 20; Myllyntaus & Mattila 2002: 271; Kouki et al. 2001: 27; Löfman & Kouki 2001: 44; Rouvinen et al. 2002: 2185; Ennallistaminen suojelualueilla... 2003: 23).

2.2 Monimuotoinen metsä ja metsälajien uhanalaisuus

Metsäluonnon monimuotoisuutta kuvaavat erilaiset metsäisten ympäristötyyppien, eliöyhteisöjen, ekosysteemien sekä metsissä elävien eliölajien ja niiden geneettisen perimän vaihtelun monipuolisuus ja runsaus (Metsätilastollinen vuosikirja... 2014: 79). Metsien luontaiseen kasvillisuuden rakenteeseen vaikuttavat pääosin alueen ilmasto, geomorfologia, kallio- ja maaperä sekä erilaiset häiriöt (Ennallistaminen suojelualueilla... 2003: 21). Luonnontilaisten metsien ikärakennetta ja puulajikoostumusta muovaavat kasvupaikkaolosuhteiden alueellinen ja paikallinen vaihtelu, puiden keskinäinen kilpailu sekä luontaiset häiriöt kuten hyönteis- ja myrskytuhot, sienet ja tuli. Luontaiset, eri mittakaavatasoilla tapahtuvat häiriöt synnyttävät erilaisten sukkessiovaiheiden ja metsärakenteiden mosaiikin. Boreaalisisessa luonnontilaisessa metsässä luontaiset häiriöt tappavat puita synnyttäen lahoppuuta, jonka määrä monimuotoisessa metsässä on suuri. Lahoppuut ovat tärkeitä elinympäristöjä monille eliölajeille ja hajotessaan tärkeä orgaanisen aineksen ja ravinteiden lähde. Eriasteisesti lahonneet puut tarjoavat erilaisia elinympäristöjä monille hajottajaeliöstöille, sienille ja eläimille. Suomessa lahoppuusta

riippuvaisten eli saproksyyililajien määrän on arvioitu olevan vähintään 4 000. (Boucher et al. 2015: 1914; Hanski 2003: 18; Rouvinen et al. 2002: 2184–2185).

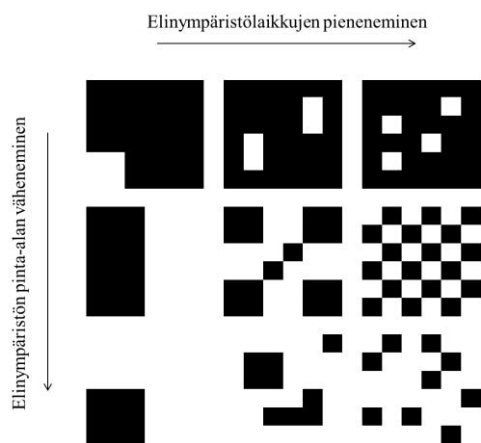
Luontaisten häiriöiden puuttuminen on johtanut monien luonnonmetsien piirteiden vähenemiseen. Suomessa erityisesti viimeisten vuosikymmenien intensiivinen metsänhoito on muuttanut metsien maisemarakenteen ajallista ja alueellista dynamiikkaa, tosin ihmisen vaikutus metsien rakenteeseen on jatkunut jo satojen vuosien ajan. Sotien jälkeen Suomen metsiä ovat muovanneet ja pirstoneet pienet yhtenäiset uudistusalat, pieni tilarakenne sekä puiden ikärakenteen ja puulajikoostumuksen suhteen yksipuolinen metsien kasvatus, jossa lahopuun määrä on erittäin vähäinen. Merkittävin syy metsäisten elinympäristöjen uhanalaisuuteen on lahopuun niukkuuden lisäksi monimuotoisten metsien kuten lehtojen ja vanhojen metsien häviäminen tai köyhtyminen. Lahopuun vähäinen määrä on yksi metsälajien uhanalaisuuden suurimmista syistä ja uhkatekijöistä (Hanski 2003: 18–20, 31; Löfman & Kouki 2003: 247). Viimeisten vuosikymmenien aikana lahopuun määrä on kuitenkin alkanut nousta eteläisessä Suomessa, tosin määrä on edelleen vähäinen uhanalaisten metsälajien turvaamisen kannalta (Uhanalaisten laji-en... 2016: 46–47).

Suomen metsissä elää suunnilleen 20 000 eliölajia (Hanski 2003: 29). Viimeisimmän, vuonna 2010 tehdyn uhanalaisuusarvioinnin mukaan Suomessa elää noin 45 000 eliölajia, joista kuitenkin vain 47 prosenttia on niin tunnettuja, että niiden uhanalaisuutta pystyttiin arvioimaan. Metsissä elävistä eliölajeista noin 9 400 eliölajin tilanne kyettiin arvioimaan. Suomen eliölajeista uhanalaisiksi katsottiin 2 247 eliölajia, joista suurimman osan, 814 eliölajin ensisijainen elinympäristö on metsissä; suurin osa lehdoissa ja vanhoissa metsissä (Rassi et al. 2010: 45–46, 56–59). Lehdoissa elää lähes puolet uhanalaisista metsälajeista ja vanhoissa metsissä hieman yli viidennes lajeista. Lahopuun väheneminen on yhtenä taantumisen syynä kolmasosalle silmälläpidettävistä ja uhanalaisista metsälajeista (Uhanalaisten laji-en... 2016: 45–46). Esimerkiksi lähes puolet uhanalaisista hyönteisistä on kovakuoriaisia, joista huomattava osa elää juuri lahopuilla (Hanski 2003: 20). Jos oletamme, että uhanalaisten laji-en osuus on arvioinnin ulkopuolelle jääneissä eliölajeissa sama kuin tunnetuissa eliölajeissa, voidaan Suomen metsissä arvioida elävän noin 1 700 uhanalaista eliölajia.

2.3 Metsien pirstoutuminen

Maisemarakennetta kuvaavat elinympäristölaikkujen määrä, koko ja muoto sekä laikkujen välinen etäisyys. Maisemarakenteessa tärkeä elementti on elinympäristöjen välinen kytkeytyvyys eli elinympäristöjen fyysinen läheisyys tai eliölajien kyky liikkua elinympäristölaikkujen välillä ja luoden näin kytkeytyvyyden laikkujen välille. Maiseman pirstoutuneisuus riippuu eliölajien kyvystä liikkua maisemassa (With et al. 1997: 152)

Elinympäristön pirstoutumiseen liittyy sen pinta-alan pieneneminen ja jakaantuminen yhä pienempiin ja toisistaan eristyneempiin saarekkeisiin (kuva 1) (Angelstam 1992: 35; Hanski 2003: 26). Samalla reuna-alueiden määrä kasvaa. Metsässä reunavaikutus ulottuu yleensä 100–300 metriä reunasta sisäosaan päin (Kurttila & Jokimäki 2002: 118–119). Pirstoutumisen merkitys eri eliölajeille vaihtelee niiden erilaisen ekologian takia. Pirstoutumisen merkitystä tarkastellessa mittakaavalla on suuri merkitys. Esimerkiksi hyönteiset ja sienet ovat sopeutuneet elämään erilaisissa pienelinympäristöissä, kuten lahoppuulla. Nisäkkäiden ja lintujen elinympäristöt taas esiintyvät metsikkötasolla (Hanski 2003: 26; Kouki et al. 2001: 33).



Kuva 1 Kaavamainen esitys elinympäristön pirstoutumisesta Angelstamin (1992: 43) mukaan. Elinympäristön väheneminen ja yhtenäisten elinympäristölaikkujen pieneneminen johtavat pirstoutumiseen.

Gardner et al. (1987: 25) perkolaatioteorian mukaan elinympäristö on pirstoutunut, kun eliölajille soveliaista elinympäristöä on jäljellä alle 59 prosenttia. Andrén (1994: 362) mukaan nisäkkäiden ja lintujen kohdalla elinympäristön koon ja eristyneisyyden negatiiviset vaikutukset alkavat, kun sopivan elinympäristön osuus on 10–30 prosenttia

kokonaispinta-alasta. Tällöin seurauksena on, että yksilöiden siirtyminen elinympäristölaikusta toiseen vaikeutuu ja eliölajien hävitessä alueelta sen uudelleen asutus jää epävarmaksi. Pirstoutuneessa maisemassa populaatioiden kasvua rajoittaa eliölajien kyvyttömyys asuttaa uusia laikkuja, vaikka sopivia elinympäristöjä olisi tarjolla. Elinympäristöjen määrän edelleen vähetessä ja pirstoutumisen voimistuessa, tulee lopulta eteen lajikohtainen sopivan elinympäristön kynnysarvo. Pienikin elinympäristön väheneminen lähellä kynnysarvoa voi katkaista maiseman kytkeytyvyyden. Kynnysarvon alapuolella elinympäristö on niin pirstoutunut ja sitä on niin vähän, että eliölajilla ei ole elinvoimaista kantaa ja se häviää alueellisesti sukupuuttoon (Hanski 1999: 210; Hanski 2003: 26; With et al. 1997: 168).

Eliölajeille tarpeellisen maisemarakenteen kuvaus ja mallinnus on vaikeaa johtuen eri eliölajien erilaisista elinympäristövaatimuksista. Määrittelyn vaikeutta lisää myös erimittakaavatasot, joilla eri eliölajit pystyvät liikkumaan ja käyttämään erilaisia resursseja (With et al. 1997: 152). Jonkin eliölajin elinympäristövaatimusten huomioiminen suojelussa voi olla ristiriidassa toisen eliölajin elinympäristövaatimusten kanssa. Uhanalaisten metsälajien elinympäristövaatimusten tunteminen ja metsien nykyisten rakennemuutosten vaikutusten ymmärtäminen edesauttavat luonnon monimuotoisuuden suojelemista metsissä. Uusien metsänhoitomuotojen kehittäminen on ongelmallista, koska metsätalouden vaikutuksia metsiin ei tunneta riittävästi. Tästä johtuen myöskään metsätalouden mahdollisia hyötyjä biodiversiteetille ei pystytä kunnolla arvioimaan (Löfman & Kouki 2001: 44–45). Edustavien metsien valikoiminen suojelun piiriin on vaikeaa alueilla, joissa ekologisesti merkittävät alueet ovat pieniä ja eristyneitä ja niissä on vain vähän vanhoille metsille ominaisia rakennepiirteitä. Suomessa tällainen tilanne on erityisesti eteläisessä Suomessa (Rouvinen et al. 2005: 22).

2.4 Zonation - spatiaalisen suojelusuunnittelun työkalu

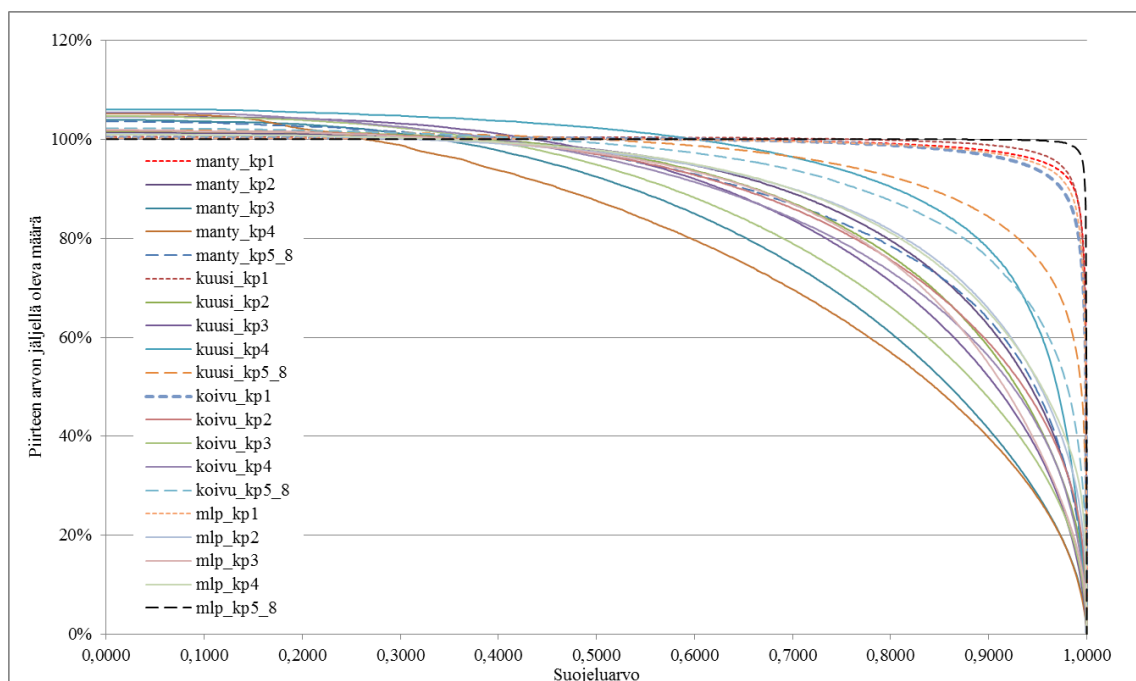
Yksi suojelutyön suurimpia vaikeuksia on rahoituksen niukkuus. Suojelun vapaaehtoisuuteen perustuvan METSO-ohjelman tavoitteena on, että yksityisiä ja valtion omistamia metsiä suojellaan vuoteen 2025 mennessä yhteensä 96 000 hehtaaria. Vuoteen 2015 mennessä on suojeltu noin 56 000 hehtaaria eli 58 prosenttia tavoitteesta (Koskela et al. 2016: 6). Elinympäristötyypeistä pinta-alallisesti eniten on suojeltu

runsaslahopuustoisten kangasmetsien kohteita (Uhanalaisten lajien... 2016: 47). METSO-ohjelman rahoitus on kuitenkin pienenemässä huomattavasti tulevina vuosina. Vuonna 2016 ympäristöministeriön rahoitus suojelun toteuttamiseen lähes puolittui edellisestä vuodesta ja vuoteen 2019 mennessä rahoitus pienenee lähes 80 prosenttia (Ministeri... 2015). Spatiaalista suojelun priorisointia ja resurssien kohdentamista varten on kehitetty maailmalla useita ohjelmistoja, kuten Marxan (Watts et al. 2009), ConsNet (Ciarleglio et al. 2010) ja C-Plan (Pressey et al. 2009). Suomessa on käytetty Zonation-ohjelmistoa spatiaalisten suojelupriorisointien laatimiseen etenkin METSO-ohjelman toteutuksen tueksi vuodesta 2010 alkaen (Lehtomäki et al. 2016: 194). Zonation eroaa muista suojelun priorisointiin ja arvottamiseen tehdyistä tietokoneohjelmistoista muun muassa kyvyllään käsitellä hyvin suuria aineistoja, jotka voivat sisältää kymmeniä miljoonia rasterisoluja dataa (Lehtomäki & Moilanen 2013: 129; Moilanen et al. 2011: 1419).

Helsingin yliopistossa kehitetty, vuodesta 2006 asti yleisesti saatavilla ollut ekologiseen päätösanalyysiin käytettävä työkalu Zonation mahdollistaa erilaisten paikkatietoaineistojen avulla esimerkiksi suojelun, ennallistamisen ja luonnonhoidon kohdentamisen kustannustehokkaasti tunnistamalla luontoarvoiltaan merkittävimmät alueet, eliötasolta maisematasolle. Nämä merkittävimmät alueet ovat yleensä kytkeytyneet muihin arvokkaisiin kohteisiin (Mikkonen 2012: 94). Suomen luonnonsuojelun tarpeisiin tehdyissä Zonation-analyyseissa on keskitytty metsä- ja suoelinympäristöihin ja sitä on käytetty muun muassa Metsähallituksen luontopalveluiden hallinnoimien Natura 2000 -luontotyypeiksi luokiteltujen alueiden priorisointiin (Mikkonen & Moilanen 2013), Etelä-Suomen valtion maiden suojelualueverkoston laajentamisen apuna (Lehtomäki et al. 2009) ja metson soidinalueiden spatiaaliseen määrittämiseen Etelä-Suomessa (Sirkä et al. 2012). Suunnitteilla on myös Zonationin käyttö merialuesuunnittelussa Suomen aluevesillä sekä Itämerellä (C-BIG 2016). Suomen lisäksi Zonationia on käytetty Australiassa, Uudessa-Seelannissa, Madagaskarilla (Lehtomäki et al. 2009: 2441) ja Isossa-Britanniassa (Moilanen et al. 2011) suojelualueiden suunnitteluun ja arvottamiseen.

Zonation-analyysi tuottaa spatiaalisen prioriteettiluokituksen koko maisemassa huomioiden erilaisin painotuksin erilaisia tekijöitä kuten elinympäristöjen määrä, laatu ja kytkeytyvyys; monimuotoisuuspiirteiden samanaikaisuus; maankäyttöpaine ja säilyvyys; kustannustehokkuus (Moilanen et al. 2014: 10). Ohjelma lähtee siitä oletuksesta, että

koko tutkimusalue on suojeluarvoltaan arvokas. Ohjelma etenee poistaen matalimman suojeluarvon (ranking-arvo) omaavia rasterisoluja, jolloin rasterisolujen maksimaalinen arvo ja kytkeytyvyys eli tutkimusalueen kokonaissuojeluarvo säilyvät. Matalimman suojeluarvon omaavat rasterisolut saavat suojeluarvon lähellä 0 ja arvokkaimmat rasterisolut suojeluarvon lähellä 1 (Moilanen 2007: 572-573; Lehtomäki & Moilanen 2013: 129). Tämä maiseman suojeluarvon priorisointi on hierarkkinen eli arvokkain 1 prosentti on 2 prosentin sisällä, joka on arvokkaimman 5 prosentin sisällä, joka on arvokkaimman 10 prosentin sisällä ja niin edelleen (Moilanen 2007: 572). Zonation toistaa suojeluarvojen laskutoimituksen jokaisen poiston jälkeen, koska tällöin jäljelle jäävien rasterisolujen suojeluarvot muuttuvat, ja poistaa taas matalimman suojeluarvon omaavat rasterisolut. Laskenta jatkuu näin kunnes alueet loppuvat (Moilanen et al. 2014: 28). Zonation tuottaa kaksi tulostiedostoa, joita tulisi tarkastella yhdessä; kartan priorisaatioarvoista ja piirteiden suojeluarvojen esiintymiskäyrät (kuva 2). Esiintymiskäyrät määrittävät piirteiden jäljelle jäävän osuuden, kun koko ajan pienempi osuus maisemasta suojellaan. Esiintymiskäyriä tutkitaan yleensä kaikkien piirteiden keskiarvoina tai piirteiden alaryhminä, koska niitä voi yhdessä analyysissä olla jopa kymmeniätuhansia (Lehtomäki & Moilanen 2013: 129).



Kuva 2 Esimerkkikuva Zonation-analyysin piirteiden suojeluarvojen esiintymiskäyristä. Vähäarvoisempien piirteiden määrä vähenee suojeluarvon kasvaessa.

3 Aineisto ja menetelmä

3.1 Tutkimusalue

Tutkimusalueena oli koko metsäinen Suomi lukuun ottamatta puuton Lappi ja tunturikoivalueet. Tutkimusalueen pinta-ala oli 281 877 neliökilometriä. Tutkimusalue on ilmastoltaan ja kasvillisuudeltaan vaihteleva muodostaen toisistaan poikkeavia ilmastokasvillisuusvyöhykkeitä ja niiden välisiä vaihettumisalueita.

Suomi poikkeaa suurilmastoltaan muusta maapallon pohjoisesta havumetsävyöhykkeestä, joka ulottuu Pohjois-Amerikasta Pohjois-Aasian itäosiin asti. Alueen keskilämpötila on noin 6 celsiusastetta korkeampi Atlantin lämpövaikutuksen takia. Lisäksi maa on alava ja topografiset erot ovat pienet, mikä näkyy järvien ja soiden runsautena. Myös mäntyjen ja tunturikoivumetsien vallitsevuus pohjoisimmassa Suomessa on poikkeuksellista. (Metsien suojelun... 2000: 19–20).

Suomi kuuluu Köppenin ilmastoluokituksen mukaan lumi- ja metsäilmaston kostea- ja kylmätalviseen tyyppiin, jossa lämpimimmän kuukauden keskilämpötila on vähintään +10 celsiusastetta ja kylmimmän kuukauden enintään -3 celsiusastetta, ja jossa sadetta saadaan tasaisesti ympäri vuoden (Kottek et al. 2006: 260–261). Tutkimusalueen kuivimmilla alueilla pohjoisimmassa osassa Suomea vuosisade on keskimäärin alle 500 millimetriä. Lapin maakunnan eteläisintä reunaa ja Sallan pohjoisosaa lukuun ottamatta koko Lapin maakunnan alueella sekä Pohjanmaan rannikolla vuosisade on alle 600 millimetriä. Sateisimmat alueet sijaitsevat etelärannikolla ja Pohjois-Karjalassa, joissa vuosisade ylittää 700 millimetriä.

Boreaalisessa havumetsävyöhykkeessä metsät ja suot peittävät suurimman osan maapinnasta. Puustolla on keskeinen vaikutus vesi- ja energiataseeseen sekä lämpöoloihin ja ilman pystysuoraan sekoittumiseen. Pääasialliset kasvillisuuteen, metsien tuottavuuteen ja soistumiseen vaikuttavat tekijät ovat ilmastollisten muuttujien lisäksi roudan paksuus, lämpösumma ja termisen kasvukauden pituus. Näiden biologisten ja ilmastollisten tekijöiden perusteella on määritetty Suomen ilmastollis-ekologiset vyöhykkeet, jotka ovat etelästä pohjoiseen: hemiboreaalinen, eteläboreaalinen, keskiboreaalinen, pohjoisboreaalinen ja hemiarktinen vyöhyke (Saku et al. 2011: 53; Solantie 2005: 9-10).

Suomen maaperä on melko vähäravinteinen ja hapan. Tyypillisin maalaji on moreeni. Lajittuneita maalajeja esiintyy lähinnä harjuilla ja tasaisilla kivennäismailla (Kasvupaikkatyypit... 2015). Ilmasto-olot ja maaperän laatu määrittävät puulajien luontaisen levinneisyysalueen. Hemiborealisessa vyöhykkeessä kasvukausi on riittävän pitkä tammen menestymiselle. Pohjoisempana eteläborealisessa vyöhykkeessä puusto on runsas ja sen vaikutus ilmastoon suuri. Soita esiintyy vain kosteimmilla laaksoalueilla. Keskiporealisessa vyöhykkeessä puuston määrä vähenee ja soita esiintyy runsaasti. Lämpötilan vuorokautinen vaihtelu on suurinta tällä vyöhykkeellä. Pohjoisborealisessa vyöhykkeessä metsät ovat vähäpuustoisia ja hidaskasvuisia. Aapasoitaa on runsaasti lyhyen kesän ja viileyden vuoksi. Pohjoisborealin pohjoisreuna on tunturikoivujen aluetta. Hemi- eli subarktinen vyöhyke, joka sijaitsee Käsivarren Lapin kärjessä, Kilpisjärven seudulla, on puuton (Suomen ilmastovyöhykkeet 2016). Metsäkasvillisuusvyöhykkeet noudattavat pitkälti näitä samoja vyöhykerajoja. Metsäkasvillisuusvyöhykkeet etelästä pohjoiseen ovat hemi-, etelä-, keski- ja pohjoisboreaalinen vyöhyke. Nämä vyöhykkeet voidaan jakaa edelleen lohkoihin, jotka määräytyvät lähinnä ilmaston mereisyydestä ja mantereisuudesta johtuvien kasvillisuuserojen mukaan. (Metsien suoje- lun... 2000: 19).

Tehoisan lämpötilan summan avulla määritetään kasvukauden pituus. Lämpösummakarttojen perusteella taas muodostetaan esimerkiksi Suomen metsälainsäädännön mukaiset aluerajaukset (pohjoinen, keskinen ja eteläinen Suomi), joita käytetään myös metsänhoito- ja hakkuusuositusten määrittelyssä yhdessä kasvupaikkaluokituksen kanssa (Maastotaulukot... 2014: 12–14). Suomessa on metsätaloudessa käytössä kasvillisuuteen perustuva kasvupaikkaluokitus, jonka avulla määritetään metsikön kasvupaikan viljavuus ja puuntuotoskyky. Kivennäismailla erotetaan kuusi kasvupaikkatyyppiä, jotka maan eri osissa luokitellaan metsäkasvillisuusvyöhykkeittäin metsätyypeiksi (Kasvupaikkatyypit... 2015). Kasvupaikkatyypit ovat lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas ja karukkokangas. Kasvupaikkatyyppiluokitus on tärkeä esimerkiksi metsää uudistettaessa ja puulajia valitessa.

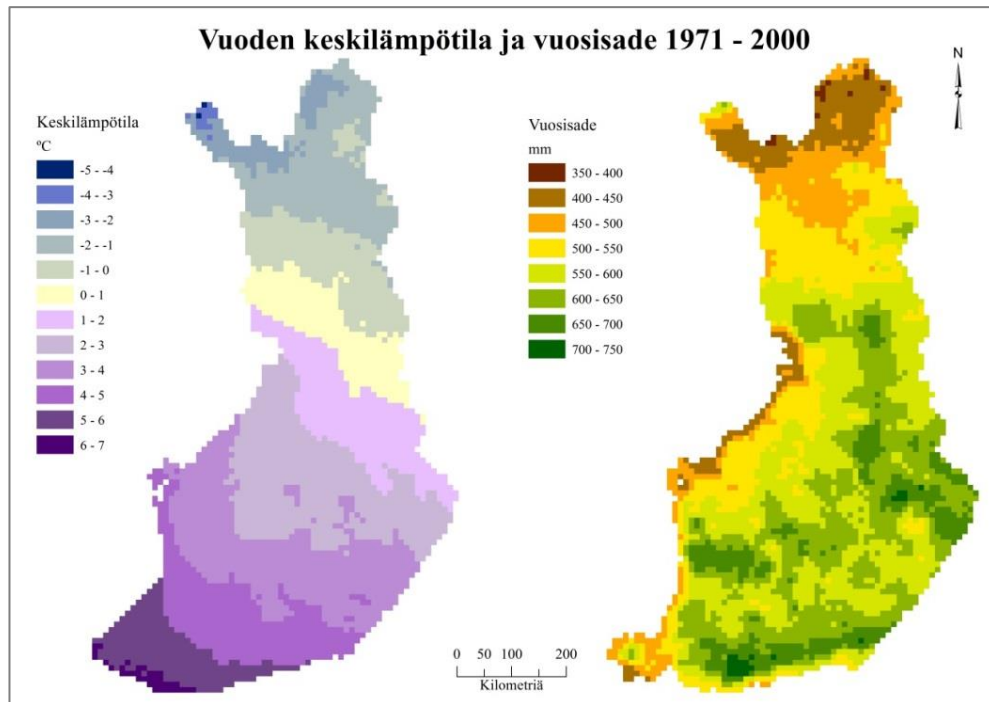
3.2 Tutkimusaineisto

Tutkielmassa käytin aineistoina kahta julkaisematonta, Suomen ympäristökeskuksessa tuotettua paikkatietoaineistoa. Analyyseissa käytin julkisesti saatavilla olevia erilaisia maantieteellisiä ilmiöitä kuvaavia paikkatietoaineistoja (taulukko 1). Myös Suomen ympäristökeskuksesta saamani tutkimusalueen ELY-rajausaineisto oli julkaisematon. Aineistojen koordinaattijärjestelmänä oli kaikissa ETRS89.

Taulukko 1 Tutkimuksessa käytetyt paikkatietoaineistot, niiden tyyppi, aineistojen tuottajat ja julkaisuvuosi. Aineistot on ladattu 4/2016.

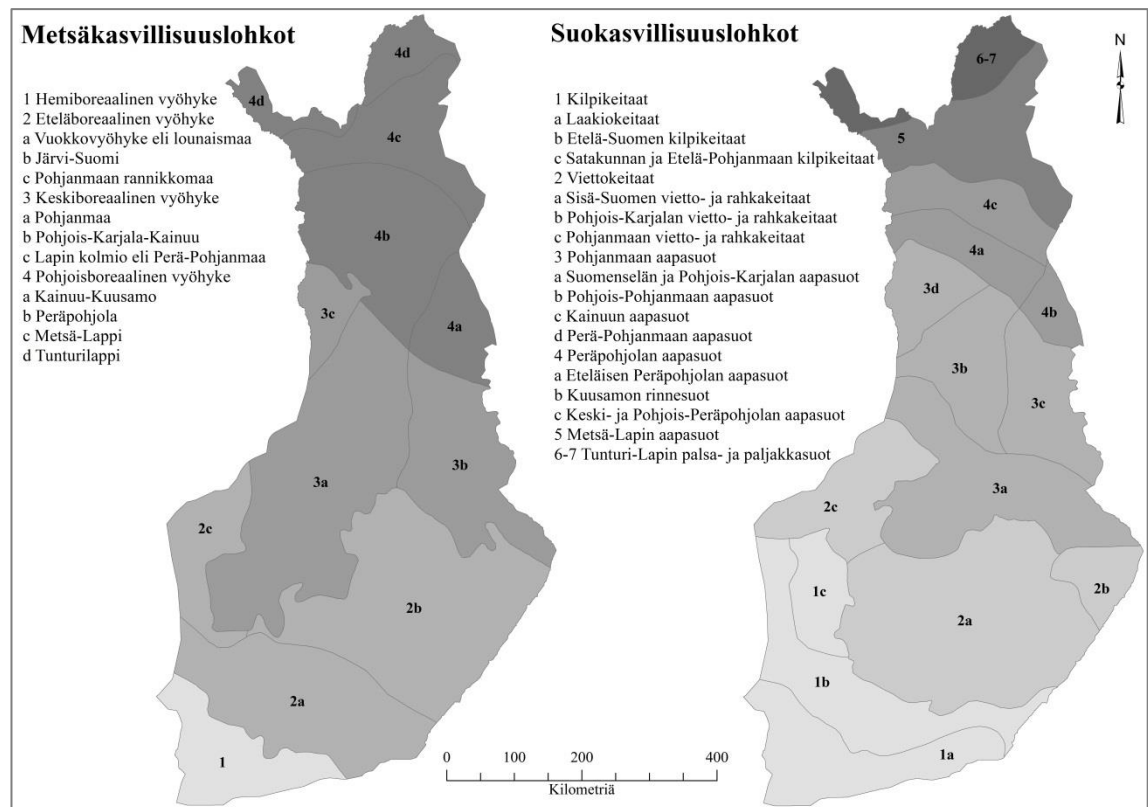
Paikkatietoaineistot	Aineiston tyyppi	Lähde	Julkaisu-vuosi
Kuukauden keskilämpötila, 1961–2014, 10 km	rasteri	Ilmatieteenlaitos	2016
Kuukauden sademäärä, 1961–2014, 10 km	rasteri	Ilmatieteenlaitos	2016
Metsäkasvillisuusvyöhykkeet	vektori	SYKE	2015
Suokasvillisuusvyöhykkeet	vektori	SYKE	2015
Corine maanpeite 2012, 20 m	rasteri	SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)	2014
Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet	vektori	Metsähallitus	2015
Natura2000 alueet	vektori	SYKE, ELY-keskukset	2015
Kaupunki-maaseutu-luokitus (YKR)	vektori	SYKE/YKR	2013
Digiroad	vektori	Liikennevirasto	2015
ELY-kartta	vektori	Maanmittauslaitos, muokattu SYKE:ssa analyysija varten	2016

Analyyseissa käytin sade- ja lämpötila-aineistojen osalta Paituli:n latauspalvelusta saatuja Ilmatieteenlaitoksen kahta ilmastorasteriaineistoa (kuva 3). Aineistot sisälsivät tiedot koko Suomen osalta muun muassa joka kuukauden keskilämpötilasta ja sademäärästä vuosien 1961–2014 ajalta 10 km x 10 km mittakaavassa. Aineistoista valitsin 30 vuoden vertailukaudeksi 1970 - 2000.



Kuva 3 Suomen keskilämpötila (°C) ja keskimääräinen vuosisade (mm) vertailukaudella 1971–2000 (Lähde: Ilmatieteenlaitos 2016).

Metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeet sain Suomen ympäristökeskuksen julkisista avoimen tiedon paikkatietoaineistoista vektorimuotoisina. Aineistot olivat SYKE:n tuottamia ja ne sisälsivät kasvillisuusvyöhyketietojen lisäksi muun muassa tiedot kasvillisuuslohkoista. Metsäkasvillisuusvyöhykkeet olivat: hemiboreaalin (1), eteläboreaalin (2), keskiboreaalin (3) ja pohjoisboreaalin (4) vyöhyke (kuva 4). Näiden alalohkoja oli yhteensä 11. Suokasvillisuuden aluejako perustui R. Ruuhijärven teoksessa Suomen kartasto, vihko 141–143 julkaisemiin suoyhdistymätyyppeihin. Suokasvillisuusvyöhykkeet olivat: kilpiketaat (1), viettokeitaat (2), Pohjanmaan aapasuot (3), Peräpohjolan aapasuot (4), Metsä-Lapin aapasuot (5) ja Tunturi-Lapin palsa- ja paljakkasuot (6-7). Näiden alalohkoja oli yhteensä 15.

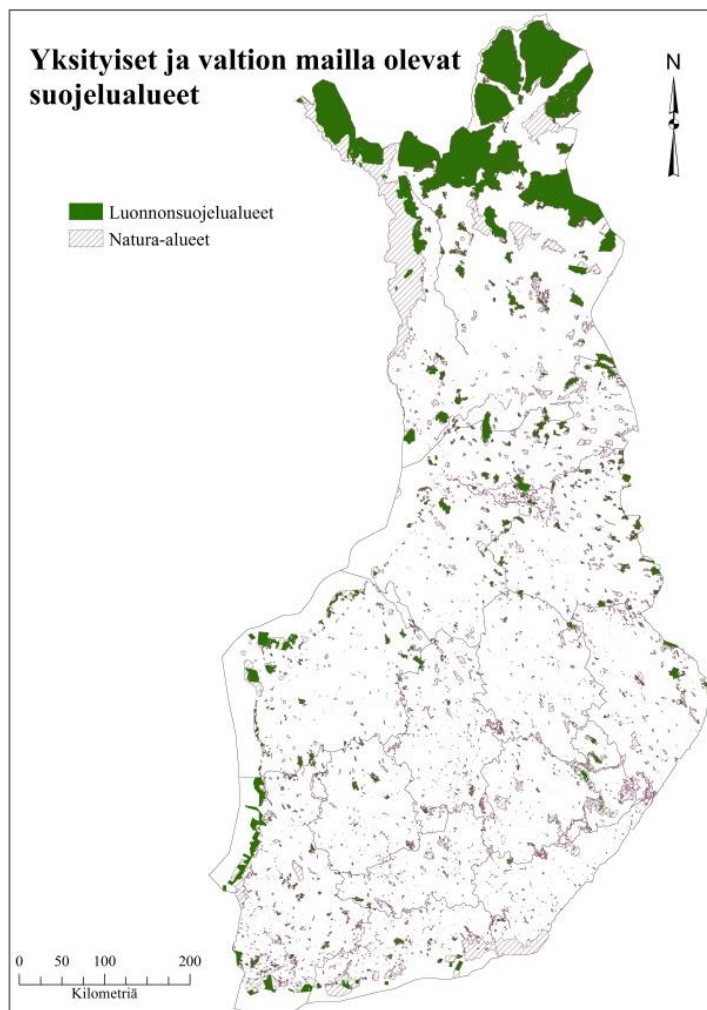


Kuva 4 Metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeet sekä niiden alalohkot (Lähde: SYKE 2015).

Corine maanpeite 2012 -paikkatietoaineisto kuvaa Suomen maanpeitettä ja maankäyttöä vuonna 2012 ja sitä käytin jokien ja järvien määrittämiseen. Aineiston sain Suomen ympäristökeskuksen julkisista avoimen tiedon paikkatietoaineistoista. Sen olivat tuottaneet SYKE, Metsätutkimuslaitos, Maanmittauslaitos, Maaseutuvirasto, Liikennevirasto ja Euroopan ympäristökeskus. Aineistotyyppinä käytin rasteria, jossa rasterisolun koko oli 20 m x 20 m.

Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet -vektoriaineisto sisälsi luonnonsuojelulain nojalla lailla tai asetuksella valtionmaille perustetuista luonnonsuojelualueista sekä lääninhallituksen päätöksellä yksityismaille perustetuista luonnonsuojelualueista. Lisäksi aineisto sisälsi erämaalaille perustetut erämaa-alueet (kuva 5). Valtion omistamiin luonnonsuojelualueisiin kuuluivat erityiset suojelualueet, kansallispuistot, lehtojensuojelualueet, luonnonpuistot, soidensuojelualueet, vanhojen metsien suojelualueet, Metsähallituksen omalla päätöksellä suojellut alueet, hylkeidensuojelualueet ja erämaa-alueet. Yksityisillä sijaitsevien yksityisten luonnonsuojelualueiden (YSA) lisäksi yksityisten omistamiin suojelualueisiin kuuluivat ELY-keskusten päätöksillä rajatut erityisesti

suojeltavien lajien esiintymispaikat ja luontotyyppialueet sekä sopimuksilla perustetut määräaikaisten rauhoitusalueet (Suojelualueiden... 2014: 21, 27). Aineiston oli tuottanut Metsähallitus ja sain sen Suomen ympäristökeskuksen julkisista avoimen tiedon paikkatietoaineistoista. Analyyseni varten yhdistin yksityisiin luonnonsuojelualueisiin yksityisten suojelualueiden lisäksi määräaikaisten rauhoitusalueet, luontotyyppipäätökset ja erityisesti suojeltavien lajien esiintymisalueiden rauhoituspäätökset. Muihin valtion suojelualueisiin sisällytin lehtojen- ja hylkeiden suojelualueet sekä Metsähallituksen omalla päätöksellä suojellut alueet.



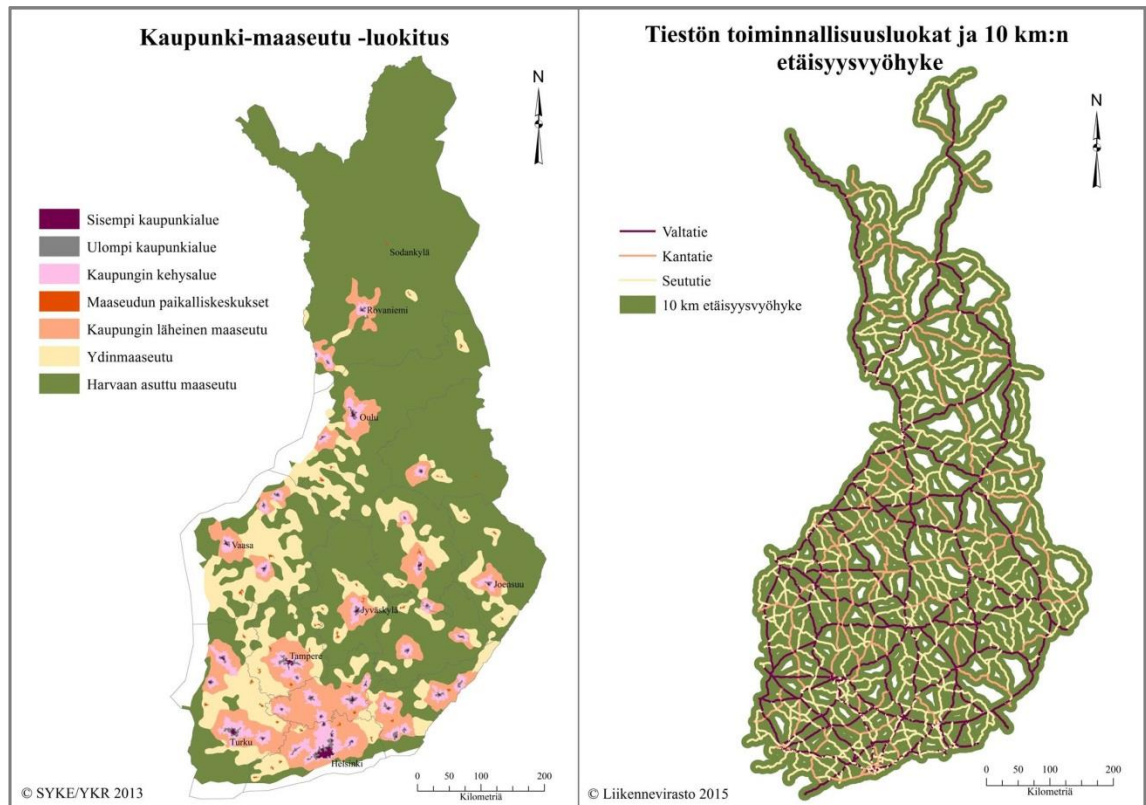
Kuva 5 Yksityiset ja valtion mailla olevat suojelualueet. Suojelualueet menevät osittain päällekkäin (Lähde: Metsähallitus, SYKE, ELY-keskukset 2015).

Natura2000 alueet -vektoriaineisto (kuva 5) sisälsi valtioneuvoston päätöksellä perustetut Natura-alueet, joiden suojelu perustuu Euroopan yhteisön luonto- ja lintudirektiiveihin. Aineiston sain Suomen ympäristökeskuksen julkisista avoimen tiedon

paikkatietoaineistoista. Natura-alueet on esitetty joko viiva- tai aluekohteina. Alueiden suojelua toteutetaan luonnonsuojelulaille (lähes puolet pinta-alasta), erämaailloille (kolmannes pinta-alasta), vesi- ja ympäristölakeilla (viidennes pinta-alasta) ja metsä-, koskiensuojelu-, ulkoilu-, maankäyttö- ja rakennus- tai maa-aineslailla (lopun) (Suojeleualueiden... 2014: 29–30).

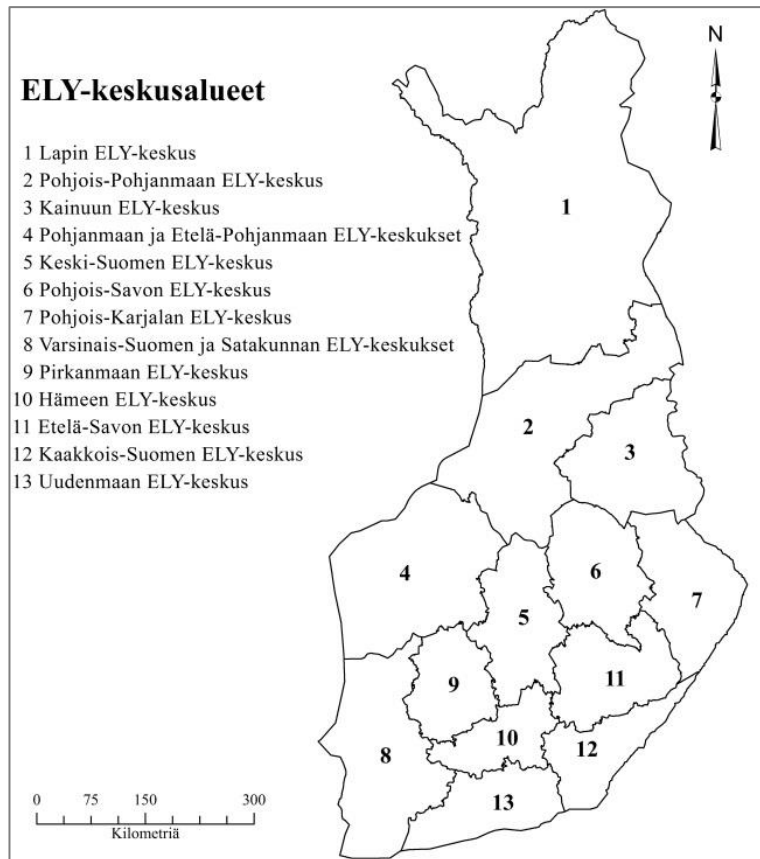
Kaupunki-maaseutu-aineiston tyyppinä oli vektori, joka oli toteutettu 250 x 250 metrin tilastoruutuilla. Aineiston sain Suomen ympäristökeskuksen julkisista avoimen tiedon paikkatietoaineistoista. Aineistossa Suomi on jaettu seitsemään kunnarajoista riippumattomaan kaupunki- ja maaseutualueluokkaan (kuva 6). Luokitus perustuu väestö-, työvoima-, työmatka- ja rakennustietojen lisäksi tieverkko- ja maankäyttöaineistoihin, joiden perusteella on laskettu muun muassa intensiteettiä, määrää, tehokkuutta ja saavutettavuutta kuvaavia muuttujia. Kaupunkialueisiin kuuluvat kaupunkiseutujen keskustajamat, joissa on yli 15 000 asukasta. *Sisempi ja ulompi kaupunkialue* muodostavat ydin-kaupunkialueen, jota ympäröi *kaupungin kehysalue*. Maaseutualueet sijaitsevat kaupunkien kehysalueiden ulkopuolella. *Maaseudun paikalliskeskukseen* sisältyvät suurempien kaupunkialueiden ulkopuoliset taajamakeskukset, isot kirkonkylät ja pikkukaupungit. Kaupunkialueiden lähellä toiminnallisesti ja fyysisesti sijaitsevat maaseutumaiset alueet ovat *kaupungin läheistä maaseutua*, *ydinmaaseutu* taas on suhteellisen tiiviisti asuttua maaseutua, jossa maankäyttö on intensiivistä ja/tai elinkeinorakenne monipuolinen. *Harvaan asutulla maaseudulla* saattaa olla pieniä ja toisistaan etäällä sijaitsevia toimintoiltaan monipuolisia keskittymiä, ja maa-alue on suurimmaksi osaksi metsää (Kaupunki-maaseutu-luokitus (YKR) 2013).

Tutkielmassa käytin tiestö-aineistona Digiroadin viivamuotoista vektoriaineistoa, jonka oli tuottanut Liikennevirasto. Aineisto sisälsi koko Suomen osalta teiden ja katujen keskilinjageometrian lisäksi muun muassa liikenteeseen liittyviä ominaisuustietoja (Digiroad - tietolajien kuvaus 2015). Aineiston sain Liikenneviraston julkisesta latauspalvelusta.



Kuva 6 Vasemmalla kaupunki-maaseutu -luokitus, joka kuvaa alueiden välisiä eroja aluerakenteen tasolla. Suomi on jaettu seitsemään kuntarajoista riippumattomaan alue-luokkaan, joista kuvassa kolme ylintä ovat kaupunkialueluokkia ja loput neljä maaseutu-alue-luokkia (Lähde: SYKE/YKR 2013). Oikealla on kuvattu Suomen päätiet ja niiden ympärillä 10 kilometrin etäisyysvyöhyke (Lähde: Liikennevirasto 2015, mukaillen).

ELY-keskusten aluerajaus oli julkaisematon aineisto, joka oli Maanmittauslaitoksen laatima ja SYKE:ssä muokattu analyysia varten. ELY-keskusalueet sisältävässä paik-katietoaineistossa ELY-keskusalueita oli 13 (kuva 7). Satakunta ja Varsinais-Suomi oli yhdistetty keskenään sekä Pohjanmaa ja Etelä-Pohjanmaa keskenään ELY:n Ympäristö ja luonnonvarat -vastualueiden mukaan. Tätä samaa aluejakoa oli käytetty Zonationin alueellisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissa.



Kuva 7 Tutkimuksessa käytetyt ELY-keskusalueet, jotka muodostuivat ympäristö- ja luonnonvaratehtävien vastuualueiden mukaan (Lähde: Maanmittauslaitos 2016, muokattu SYKE:ssa).

Tutkielmassa käytin valmiita Zonation-analyysillä tuotettuja rasteriaineistoja. Zonation-aineistot oli tehty 16 metrin hilassa ja aggregoitu analyysseja varten 96 m x 96 m rasterisoluiksi. 0-rasterit oli muutettu noDataksi (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 32). Zonation-analyysit oli tehty Suomen ympäristökeskuksessa alkuvuonna 2016. Tulokset koostuivat valtakunnallisesta metsäisten elinympäristöjen analyysituloksesta ja alueellisesta, ELY:n Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueittaisesta analyysituloksesta. Valtakunnallinen metsäisten elinympäristöjen analyysi (jatkossa VMA) kohdistuu samalla tavalla koko tutkimusalueelle ja tuloksena saadaan koko tutkimusalueen priorisointi. Alueellinen, ELY-keskusalueittain jaettu metsäisten elinympäristöjen analyysi (jatkossa AMA) kohdistuu jokaiselle hallinnolliselle alueelle erikseen huomioiden vain mitä yhden alueen sisällä on. Tutkielmassa käyttämistäni Zonation-analyysien tulokartoista oli leikattu pois Metsähallituksen metsätalousyhtiön hallinnoimat alueet.

Henkilötietolakia sovelletaan yksityisten metsänomistajien metsätietoon, jonka katsoon olevan henkilötietoa (Finlex 2011). Osa tässä tutkimuksessa käytetystä metsätiedosta kuuluu henkilötietolain piiriin, mikä estää liian pienipiirteisen metsätiedon näyttämisen ulkopuolisille. Tästä syystä tutkielmani tulokset on esitetty pienimittakaavaisena, jolloin yksittäisiä metsätiloja ei pysty erottamaan kartoilta.

Zonation-analyysien tuloksista käytin versiota, jossa syöttöaineiston 20 puulajikasvupaikkaluokan lisäksi oli käytetty metsikkötason kytkeytyvyyttä, laatua, sakkoker-toimia ja metsäisiä elinympäristöjä elinympäristönään käyttäviä punaisen listan lajeja. Tämän analyysisarjan versio 5 tulokset oli saatu laskemalla metsikkötason kytkeytyvyydelle ja paikalliselle laadulle arvo, joka oli muunnettu metsänkäyttöilmoituksilla ja ojitustiedoilla ja lisätty punaisen listan metsäisten elinympäristöjen lajeilla (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 33–36).

Zonation-analyysien syöttöaineistot oli laskettu puustotietoja sisältävien lähtöaineistojen perusteella. Lähtöaineistoina oli käytetty ensisijaisesti Metsähallituksen (24 %) ja Suomen metsäkeskuksen (37 %) kuvioaineistoa. Puustotietojen lisäksi nämä aineistot sisälsivät tietoja hakkuu- ja hoitoehdotuksista, suojelualueiden ja metsälain arvokkaiden elinympäristöjen rajauksista sekä metsänkäyttöilmoituksista. Lopulle maisemalle oli puustotunnukset laskettu monilähteisen Valtakunnan metsien inventointitiedoista (39 %), joissa maastossa kerättyjen koalatietojen lisäksi käytetään satelliittikuvia ja muita numeerisia tietolähteitä kuten korkeusmalleja (Mikkonen 2016: 30–31; Valtakunnan metsien... 2015).

Zonation-analyyseissa puustotunnuksina oli käytetty ositteittain puulajia, puuston keskiläpimittaa ja puuston tilavuutta sekä kuvioittain kasvupaikkaluokkaa. Analyysiin oli otettu mukaan seuraavat puulajit: kuusi, mänty, raudus-, hies- ja visakoivu, haapa, ter-va- ja harmaaleppä, vaahtera, saarni, tammi, raita, kynä- ja vuorijalava, metsälehmus, pihlaja ja tuomi. Puulajit oli luokiteltu lopuksi 4 luokkaan: kuusi, mänty, koivut, muut lehtipuut. Analyysissa käytettyjä kasvupaikkoja olivat olleet: lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas, karukkokangas, kalliomaa tai hietikko, lakimetsä tai tunturi. Kasvupaikat oli luokiteltu lopuksi 5 kasvupaikkaluokkaan, jossa kuiva kangas sisälsi myös karukkokankaan, kalliomaan, hietikon, lakimetsän ja tunturin. Eri puulajien ja kasvupaikkojen yhdistelmistä oli muodostunut yhteensä 20

syöttöpiirrekerrosta. Analyysistä oli jätetty pois vieraslajeiksi luetut puulajit sekä alikasvoksena yleensä kirjatut kataja ja pajut. Myös tunturikoivut oli jätetty analyysistä pois. Näihin oli luettu tunturikoivujen lisäksi hieskoivut, jotka sijaitsevat havumetsävyöhykkeen pohjoispuolella (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 16–17; Mikkonen 2016: 38).

Zonation-analyysissä tarkoitettu ja tuloksissa tavoiteltu korkean priorisaation laadukas metsä sisältää muun muassa varttunutta puustoa ja useita puulajeja, runsaasti lahoppua sekä uhanalaisia metsälajeja. Lisäksi se on kytkeytynyt muuhun laadukkaaseen metsikköön ja mahdollisesti suojelualueille tai sen kaltaisille alueille. Laadukkaan metsän eli suojeluarvon laskenta oli perustunut puulajin, kasvupaikkaluokan ja keskiläpimitan avulla arvioituun metsikön lahoppupotentiaaliin sekä puuston tilavuuteen. Lahoppupotentiaali oli laskettu Luken MOTTI-ohjelman avulla (Mikkonen 2016: 35, 38). Metsikötason kytkeytyvyyden ilmentämiseen Zonation-analyysissä oli käytetty samankaltaisuusmatriisia, jonka avulla määritetään ympäristön vaikutus paikalliseen laatuun ottaen huomioon eri metsiköiden kasvupaikkojen ja puulajisuhteiden samankaltaisuus. Kytkeytyvyysnäkökulmana eli etäisyyskernelinä oli käytetty 400 metriä. Esimerkiksi lehdon mäntymetsää olevan rasterisolun viereinen samaa kasvupaikkaa ja puustoa oleva rasterisolu oli saanut painoarvon 1, kun taas kuivan kankaan muu lehtipuu rasterisolu oli saanut lehdon mäntymetsän vieressä painoarvoarvon 0,3. Painoarvojen vaikutus pienenee etäisyyden kasvaessa. Tiedot punaisen listan metsäisten elinympäristöjen lajeista oli saatu HERTTA-tietokannasta ja niihin oli valittu kaikki punaisen listan lajit, joiden ensisijainen elinympäristö oli metsä, rantametsä tai korpi. Havaintojen piti olla kirjattu aikaisintaan vuonna 1990 ja tarkkuuden tuli olla vähintään 100 metriä. Rasterisolujen arvo oli määräytynyt sen alueella esiintyville lajeille määritettyjen arvojen summien mukaan (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 13, 35–36).

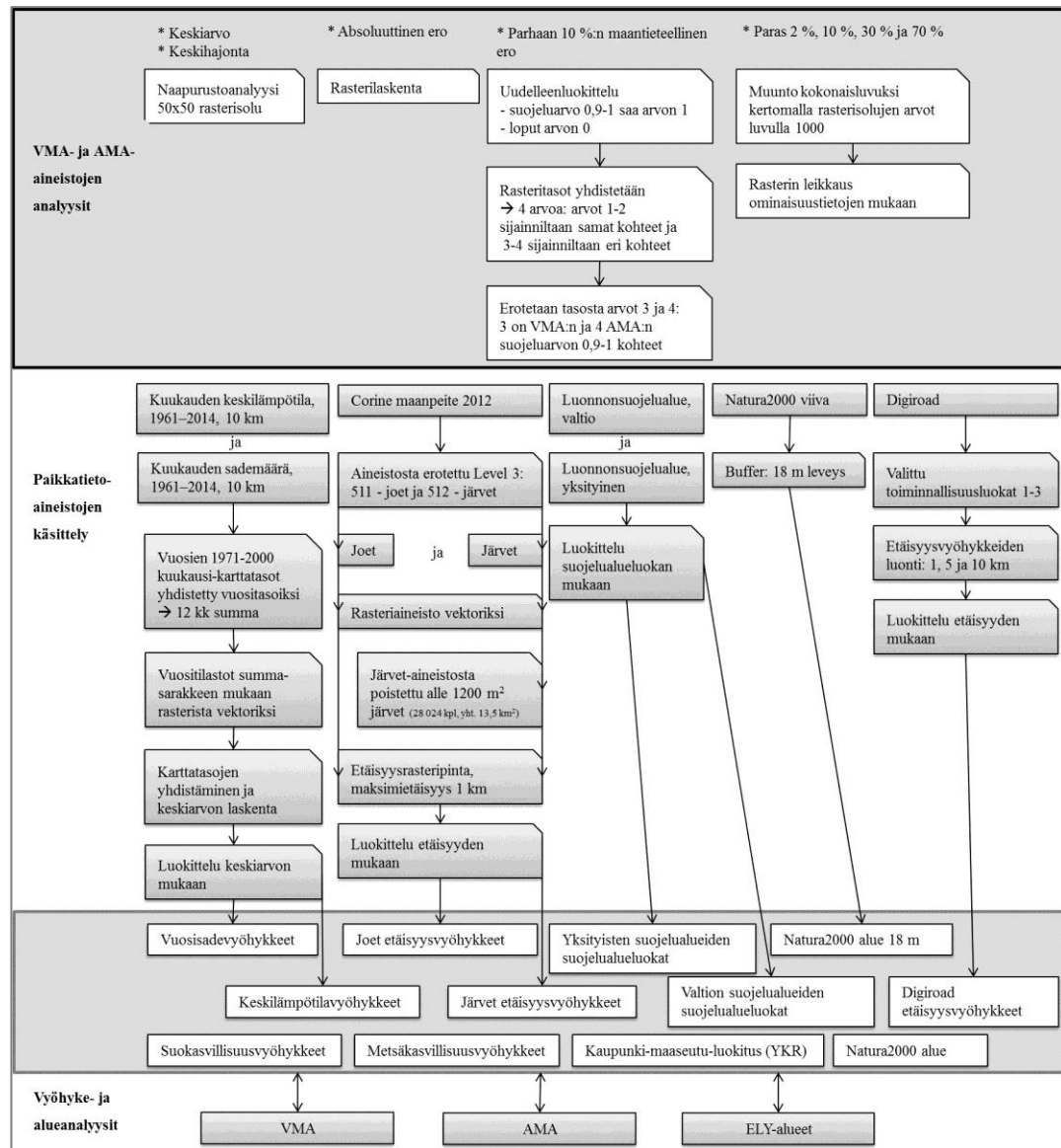
Zonation-analyysissä biodiversiteetille haitalliseksi katsotut metsänkäsittelyn toimenpiteet kuten ojitus, turpeennosto ja erilaisten uudistus- ja kasvatushakkuiden erilaiset vaikutukset metsikön laatuun metsälajiston kannalta oli huomioitu käyttämällä sakkokertoimia, joiden määrittämisestä oli huolehtinut asiantuntijaryhmä ja joihin olivat saaneet vaikuttaa myös ELY-keskusten ja Suomen metsäkeskuksen asiantuntijat. Analyysissä oli käytetty aineistoina Suomen metsäkeskuksen ja Metsähallituksen metsänkäyttöilmoituksia sekä Global Forest Loss -aineistoa, josta nähdään avohakkuun tai

jonkin muun syyn aiheuttama aiemmin metsänä olleen alueen muutos puuttomaksi vuosien 2000 - 2014 aikana. Turvema-alueilla, joilla ei ollut ollut käytössä kuvioaineistoa, oli käytetty ojitusaineistona Suomen ympäristökeskuksessa tehtyä ojien ja purojen erotelua, jonka teossa oli apuna käytetty Maanmittauslaitoksen maastotietokannassa kuvattuja turvema-alueita sekä CORINE2006 maanpeiteaineistoa (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 13, 28, 35)

3.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa analysoin valtakunnallisen (VMA) ja alueellisen (AMA) metsäisten elinympäristöjen analyysien tulokarttoja käyttämällä ArcGIS-paikkatieto-ohjelmaa. Tulokarttojen lisäksi käytin avoimen datan paikkatietoaineistoja, joiden avulla laskin metsäisille elinympäristöille erilaisia suureita. Laskennassa käytin ArcGIS:n lisäksi myös Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa. Vuokaaviossa olen esittänyt paikkatietoaineistojen käsittelyn vaiheet (kuva 8).

Vuokaavion ylemmässä laatikossa näkyvät VMA- ja AMA -aineistoille tekemäni analyysit ja niiden avulla tavoitellut tulokset. Osaa avoimen datan paikkatietoaineista muokkasin ja luokittelin ennen niiden käyttöä lopullisissa analyysissä, mikä näkyy vuokaavion Paikkatietoaineistojen käsittely -osassa. Lopuksi tein erilaisia vyöhyke- ja alueanalyyskejä VMA:n ja AMA:n metsäisille elinympäristöille sekä ELY-keskusalueille avoimen datan paikkatietoaineistojen avulla.

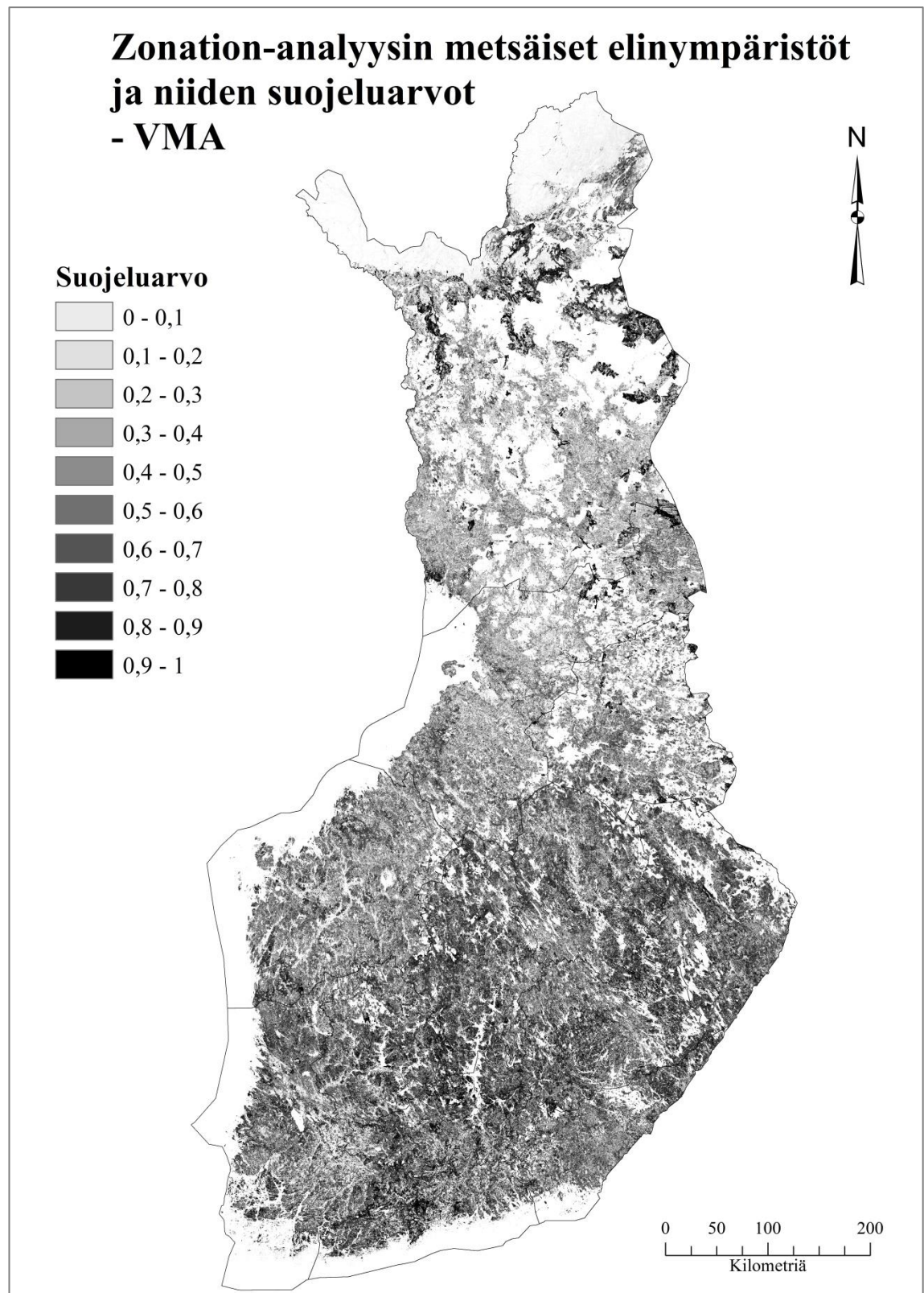


Kuva 8 Vuokaavio tutkimuksessa käytettyjen paikkatietoaineistojen käsittelymenetelmistä ja tehdyistä analyyseistä.

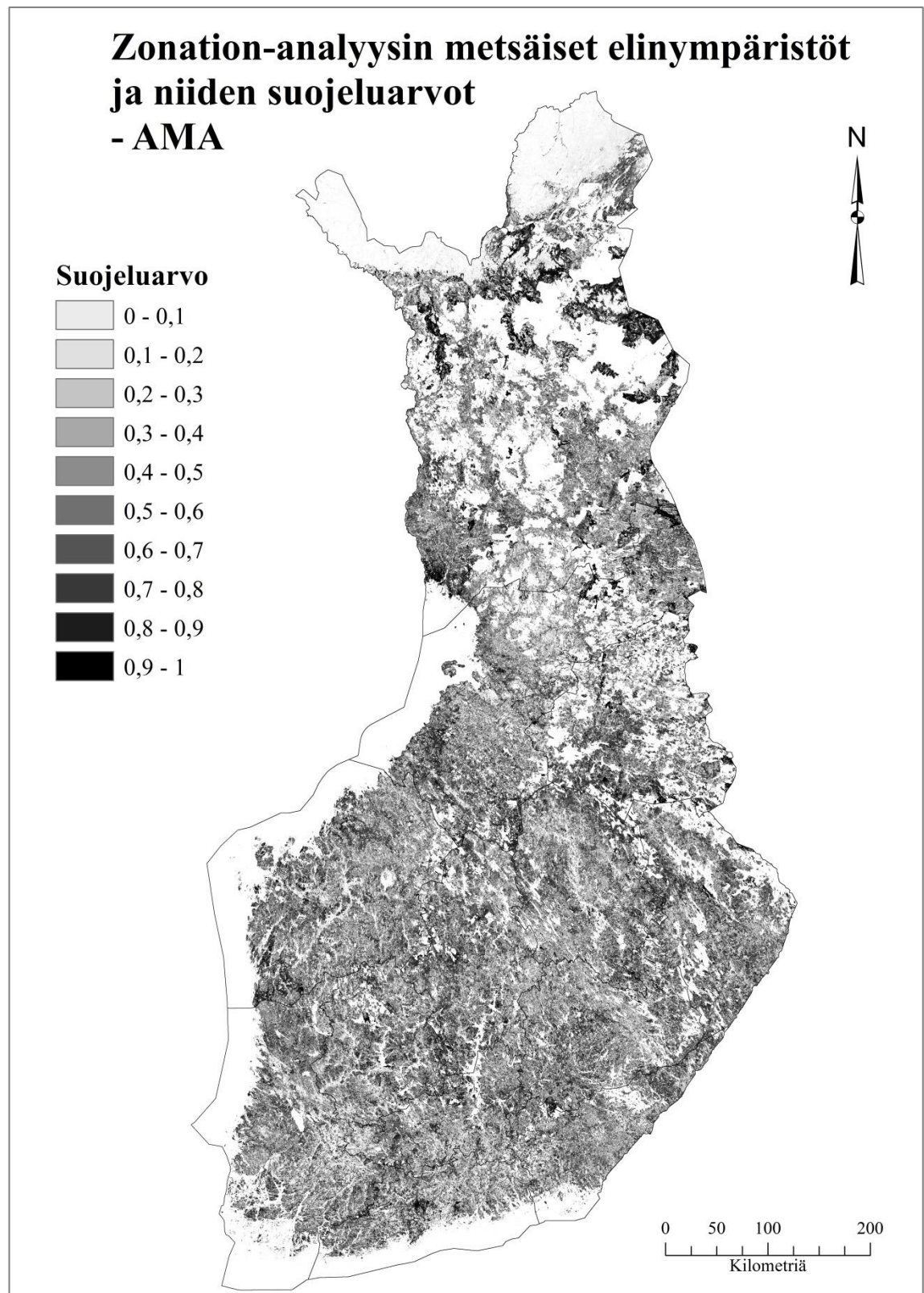
4. Tulokset

4.1 Metsäiset elinympäristöt - valtakunnalliset ja alueelliset tulokset

Zonation-analyysin metsäisiä elinympäristöjä oli yhteensä 231 254 neliökilometriä eli 82 prosenttia tutkimusalueen 281 877 neliökilometrin pinta-alasta (kuvat 9 ja 10). Valtakunnallisen metsäisten elinympäristöjen analyysin (VMA) suojeluarvojen keskiarvo oli 0,52. Alueellisen metsäisten elinympäristöjen analyysin (AMA) suojeluarvojen keskiarvo oli 0,51.

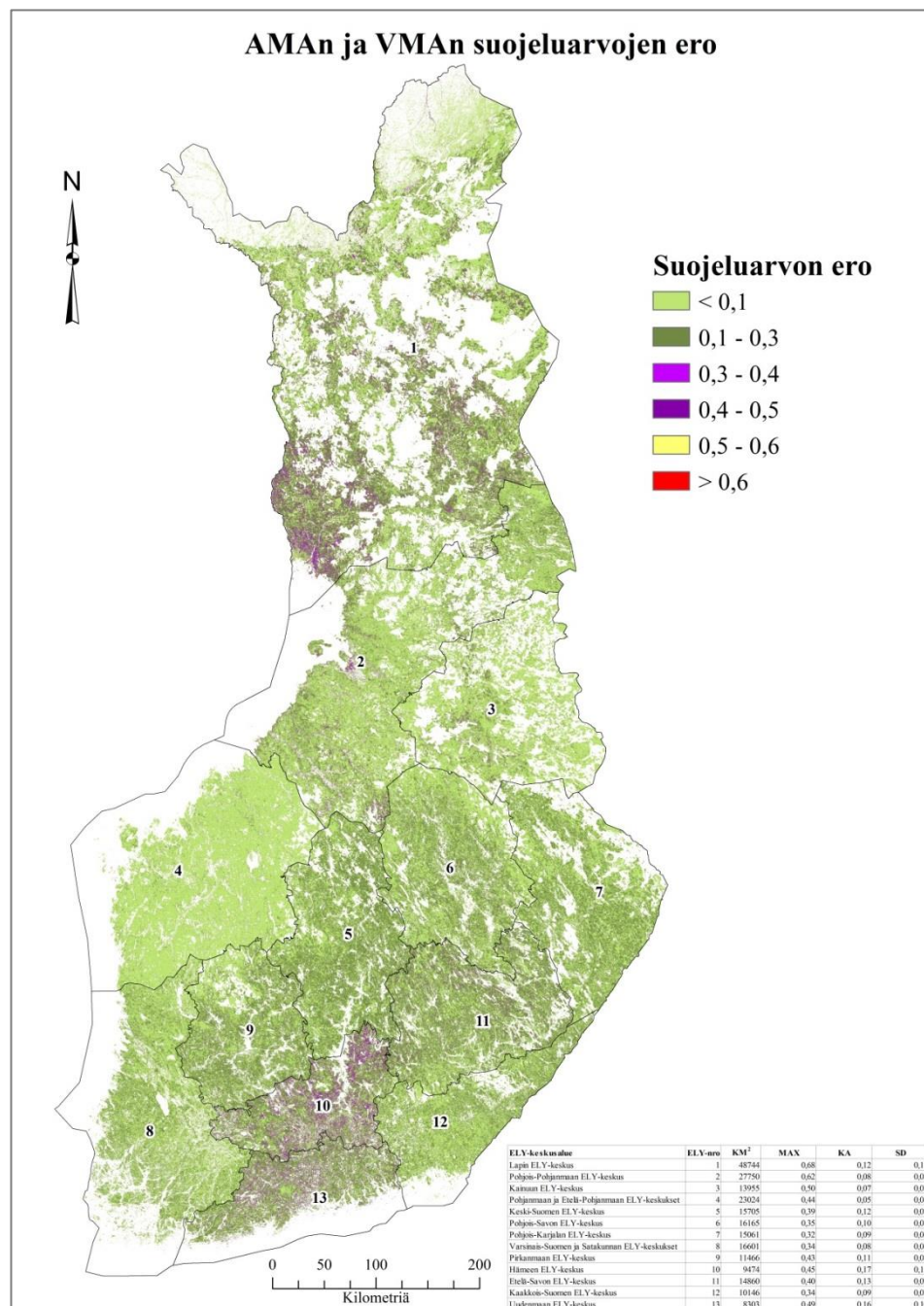


Kuva 9 Zonationin valtakunnallisen metsäisten elinympäristöjen analyysin (VMA) tulokset karttaesityksenä. Suojeluarvo on sitä suurempi mitä tummempi väri on kartalla. Valkoiset alueet olivat analyysin ulkopuolelle jääneitä puuttomia alueita sekä Metsähallituksen metsätalousyhtiön hallinnoimia alueita (Lähde: SYKE 2016).



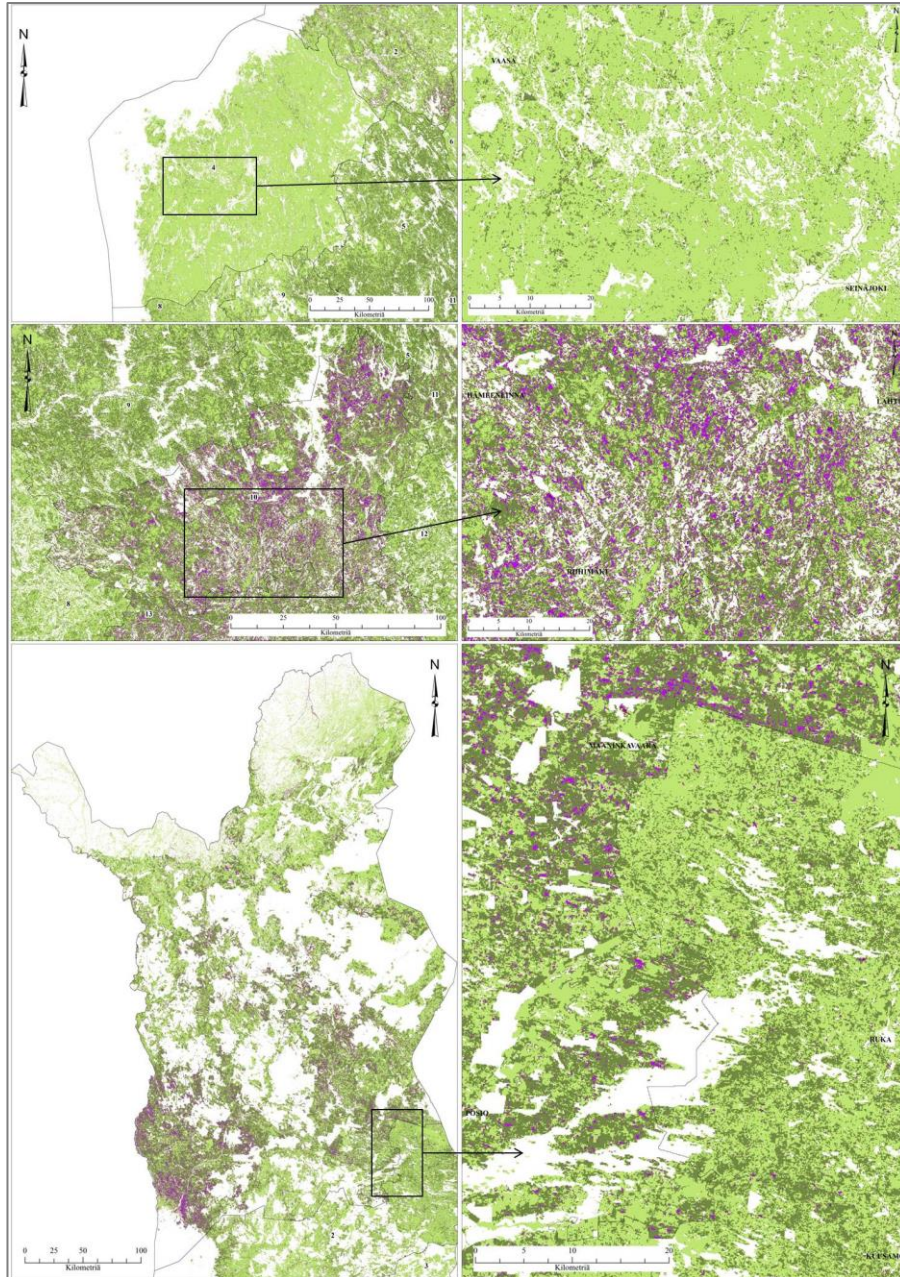
Kuva 10 Zonationin alueellisen metsäisten elinympäristöjen analyysin (AMA) tulokset karttaesityksenä. Suojeluarvo on sitä suurempi mitä tummempi väri on kartalla. Valkoiset alueet olivat analyysin ulkopuolelle jääneitä puuttomia alueita sekä Metsähallituksen metsätalousyhtiön hallinnoimia alueita (Lähde: SYKE 2016).

VMA:n ja AMA:n suojeluarvojen absoluuttinen ero näkyy kuvan 11 kartalla. Selkeimmin kartalla erottuivat Lapin, Hämeen ja Uudenmaan ELY-keskusten alueet, joissa suojeluarvon 0,3-0,5 alueita näkyi eniten. Keski-Suomessa ja Etelä-Savossa suojeluarvojen ero oli myös suurinta. Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusten alueella suojeluarvojen ero oli selkeästi pienin ja se noudatteli tarkasti hallinnollisen alueen rajausta.



Kuva 11 Kartalla on kuvattu VMA:n ja AMA:n päällekkäisanalyysiin perustuva suojeluarvojen absoluuttinen ero ELY-keskusalueittain. Taulukossa on ELY-keskusalueittain pinta-ala (km²), suojeluarvojen suurin absoluuttinen ero (max) sekä erojen keskiarvo (ka) ja keskihajonta (sd).

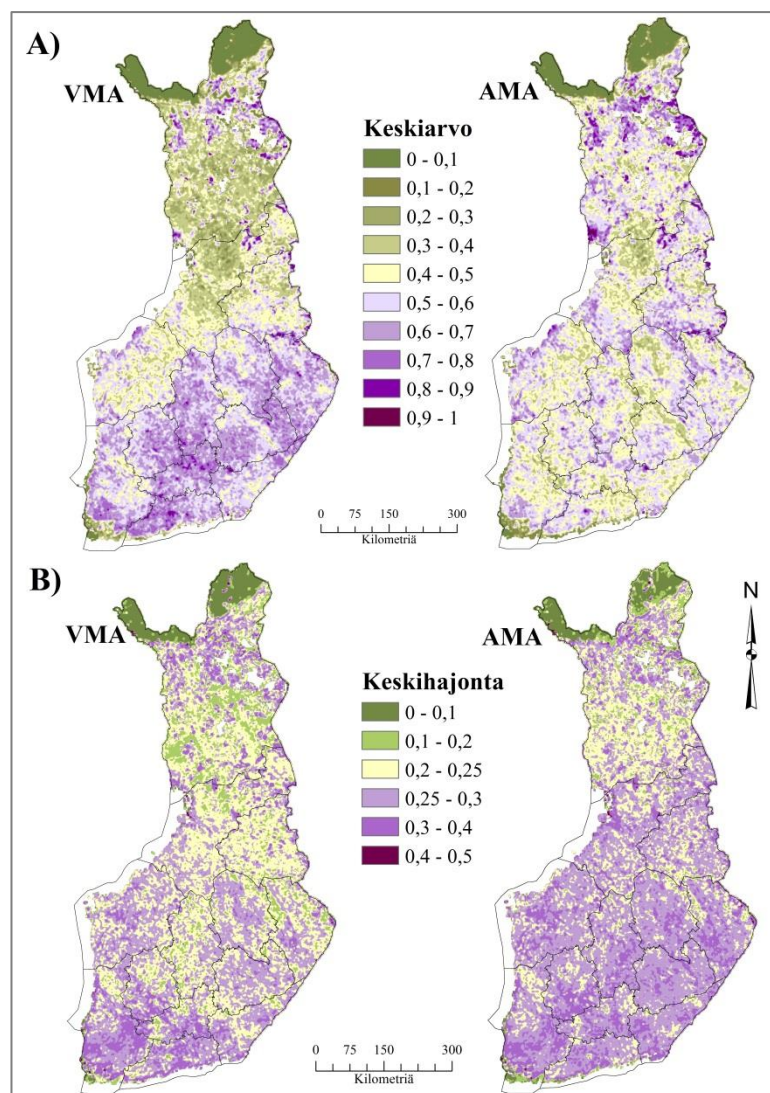
Suuremmassa mittakaavassa suojeluarvojen erot kahden analyysin välillä erottuvat vielä selkeämmin Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan, Lapin ja Hämeen ELY-keskusten alueilla, samoin erojen rajautuminen hallinnollisiin rajoihin (kuva 12).



Kuva 12 Kuvassa kahdessa eri mittakaavassa esimerkit alueilta, joissa suojeluarvojen absoluuttiset erot olivat alhaisimpia ja korkeimpia: Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan, Hämeen sekä Lapin ELY-keskusten alueet. Lapin- ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusalueiden raja erottui selkeästi.

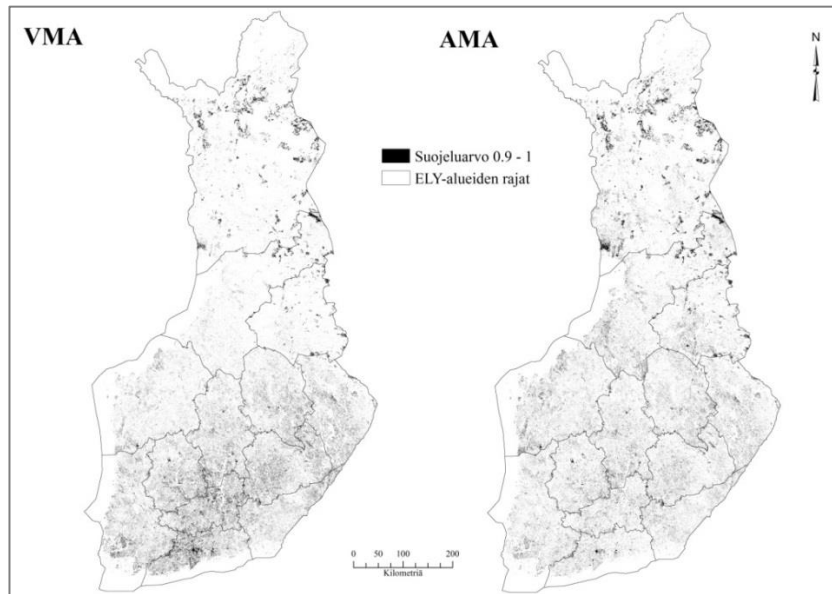
VMA:ssa keskiarvoltaan arvokkaimmat metsäiset elinympäristöt painottuivat eteläisempään osaan Suomea (kuva 13). Pohjoisemmassa osassa Suomea keskiarvot olivat

selvästi pienempiä. AMA:ssa elinympäristöjen korkeimmat arvot painottuvat voimakkaammin tietyille alueille pohjoisempaan Suomeen. Sekä VMA:ssa että AMA:ssa suojeluarvojen keskihajontaluku oli 0,29. VMA:n tuloksissa suojeluarvon keskihajontaluvut olivat lähes koko tutkimusalueella hieman pienempiä kuin AMA:n tuloksissa. Suurimmat hajontaluvut sijoittuivat vesistöjen ja vähäpuustoisten soiden reunametsiin, joissa vierekkäisten elinympäristöjen suojeluarvoilla oli suuri ero. Keskihajonta oli pienintä Lapin erämaa-alueilla ja Saaristomerén kansallispuiston alueella, joissa oli laajoja suojeluarvoltaan yhtenäisiä alueita.



Kuva 13 VMA:n ja AMA:n metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen A) keskiarvo ja B) keskihajonta. VMA:ssa keskiarvoltaan arvokkaimmat metsäiset elinympäristöt painottuivat eteläisempään osaan Suomea, kun AMA:ssa arvokkaimmat elinympäristöt painottuivat pohjoisimpaan Suomeen. VMA:ssa keskihajonta oli pienempää lähes koko tutkimusalueella lukuun ottamatta lounaisosaa Suomea.

Kuvassa 14 on molempien analyysien metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen parhaan 10 prosentin maantieteellinen sijainti. Kartoilla oli havaittavissa selviä eroja elinympäristöjen sijainnissa. VMA:ssa laajemmat elinympäristökeskittymät sijaitsivat silmämääräisesti tarkasteltaessa eteläisemmässä osassa Suomea, AMA:ssa elinympäristöt sijaitsivat tasaisemmin tutkimusalueella kuitenkin niin, että Lapin ELY-keskuksen alueella oli voimakkaampia keskittymiä kuin VMA:ssa.



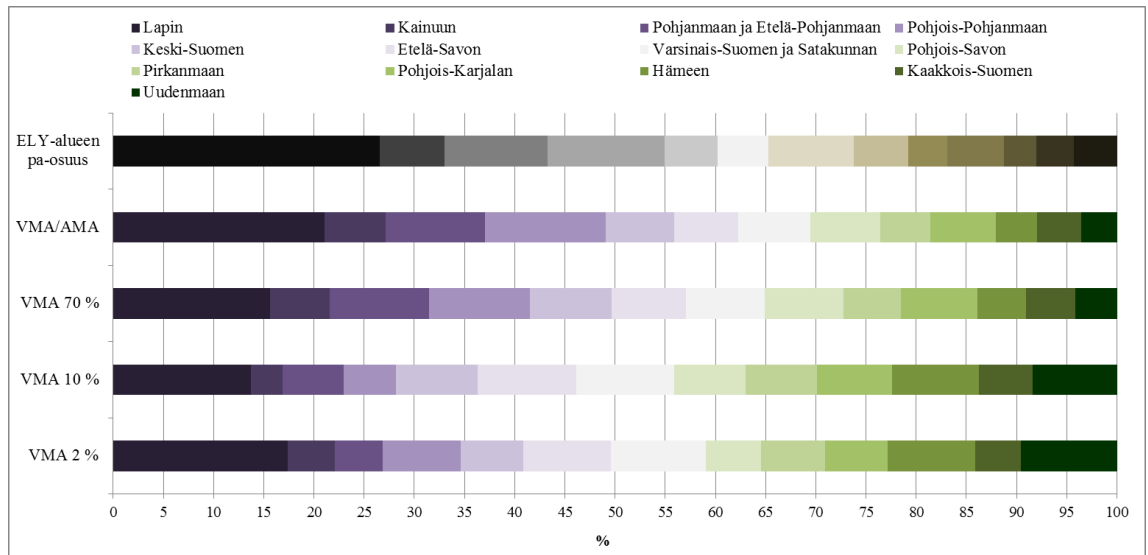
Kuva 14 Metsäisten elinympäristöjen parhaan 10 prosentin eli suojeluarvoltaan 0,9 - 1,0 maantieteellinen sijoittuminen VMA:ssa ja AMA:ssa.

VMA:n ja AMA:n parhaan 10 prosentin metsäiset elinympäristöt, joiden sijainti erosi näissä kahdessa analyysissä toisistaan, sijoittuivat melko selkeästi pohjois-etelä - suunnassa ELY-keskusten hallinnollisten rajojen mukaan linjalla Varsinais-Suomi ja Satakunta - Keski-Suomi - Pohjois-Karjala (kuva 15). VMA:n arvokkaimmat metsäiset elinympäristöt painottuivat eteläiseen Suomeen ja AMA:n pohjoiseen. Vertailtaessa tuloksia Corine Land Coverin maankäyttöluokkiin, AMA:n parhaista metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi noin 5,4 neliökilometriä eli hieman yli 2 prosenttia enemmän avoimiksi soiksi tai kosteikoiksi luokitelluilla alueilla kuin VMA:ssa.

4.1.1 Metsäiset elinympäristöt ELY-keskusalueilla

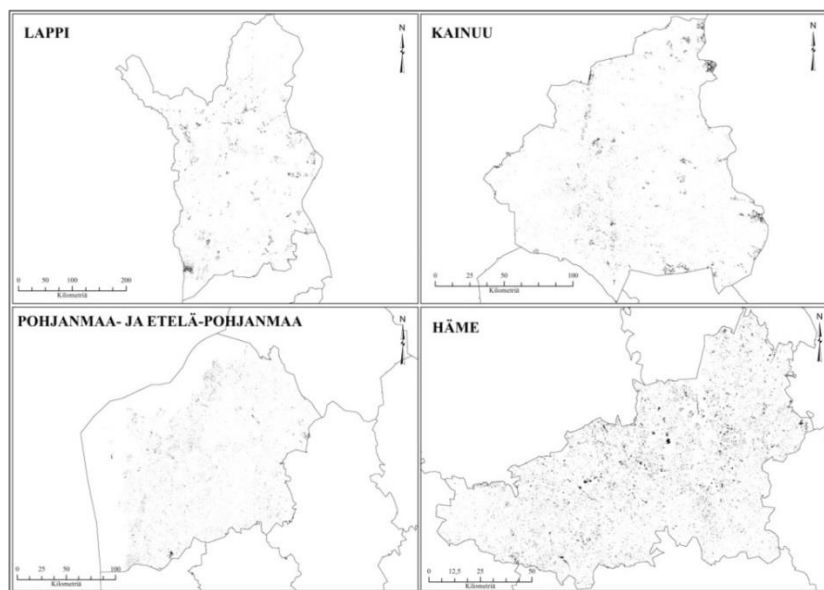
Tutkimusalueen pinta-alasta Lapin ELY-keskusalueen osuus oli suurin: 27 %; samoin metsäisten elinympäristöjen yhteispinta-alasta: 21 % (kuva 17). Hämeen, Pirkanmaan, Kaakkois-Suomen ja Uudenmaan ELY-keskusten osuudet olivat pienimmät, noin 4 % sekä tutkimusalueesta että metsäisten elinympäristöjen yhteispinta-alasta. Lapin ELY-keskuksen alueella oli sen kokoon suhteutettuna vähiten metsäisiä elinympäristöjä, noin 79 %. ELY-keskusalueen pinta-alaosuuteen suhteutettuna eniten metsäisiä elinympäristöjä oli Pohjois-Savon, Etelä-Savon, Keski-Suomen, Hämeen ja Pirkanmaan ELY-keskusten alueilla. Tuloksissa on huomioitava, että ELY-keskusten pinta-alat sisältävät metsäisten elinympäristöjen lisäksi puuttomat alueet. Lisäksi ne sisältävät Metsähallituksen metsätalousalueet, jotka on poistettu metsäisten elinympäristöjen tulokartoista.

AMA:ssa eri suojeluarvojen osuudet pysyivät samana kuin koko aineiston, koska jokainen ELY-keskusalue sisälsi keskinäisessä suhteessa pinta-alaltaan aina saman määrän metsäisiä elinympäristöjä (kuva 17). VMA:ssa, jossa analyysi kohdistuu koko Suomeen, ELY-keskusalueiden välillä oli suuria eroja. Esimerkiksi Uudenmaan ELY-keskuksen alueella sijaitsi 10 prosenttia metsäisten elinympäristöjen parhaan 2 prosentin pinta-alasta, kun Uudenmaan osuus koko tutkimusalueen metsäisten elinympäristöjen pinta-alasta oli 4 prosenttia. Yhdistetyllä Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusalueella oli pinta-alasta 5 prosenttia parhaita kohteita, kun alueen osuus kokonaispinta-alasta oli 10 prosenttia. Tasaisimmin eri suojeluarvon kohteita oli Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alueella.



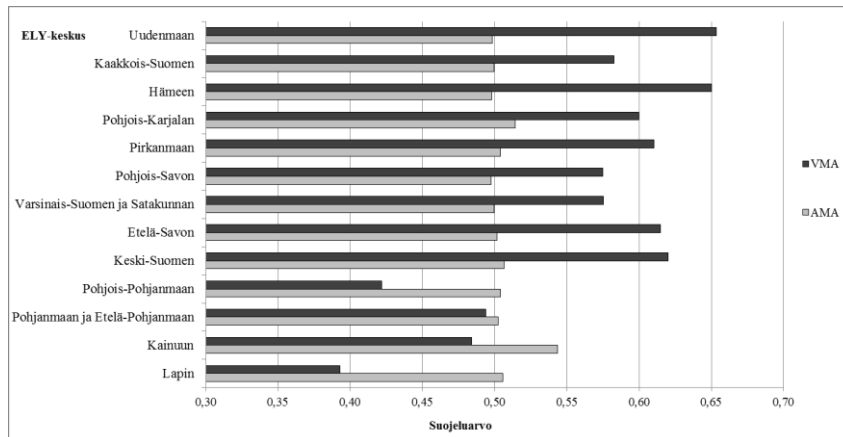
Kuva 17 ELY-keskusalueiden pinta-alaosuudet sekä VMA:n ja AMA:n metsäisten elinympäristöjen osuudet ELY-keskusalueittain. Kuvassa VMA/AMA sisältää koko metsäisten elinympäristöjen aineiston eli suojeleuarvot 0-1. Seuraavat palkit ovat: analyysien parhaat 70 % eli suojeleuarvot 0.3-1, parhaat 10 % eli suojeleuarvot 0.9-1, parhaat 2 % eli suojeleuarvot 0.98-1. AMA:n osalta osuudet pysyvät samana.

VMA:n ja AMA:n metsäisten elinympäristöjen suojeleuarvot 0,98-1 eli paras 2 prosenttia on yhdistetty samalle kartalle seuraavassa kuvassa (kuva 18), jossa on esimerkkinä neljä ELY-keskusaluetta: Lappi, Kainuu, Häme ja yhdistetty Pohjanmaa- ja Etelä-Pohjanmaa.



Kuva 18 Zonation-analyysien parhaat 2 % eli metsäisten elinympäristöjen suojeleuarvot 0,98-1 neljällä ELY-keskusalueella: Lappi, Kainuu, Häme ja yhdistetty Pohjanmaa- ja Etelä-Pohjanmaa.

VMA:n metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen keskiarvoissa oli ELY-keskusalueiden välillä suuriakin eroja, kun taas AMA:ssa arvot jakaantuivat hyvin tasaisesti alueiden kesken (kuva 19). VMA:ssa suojeluarvojen alhaisin keskiarvo 0,39 oli Lapin ELY-keskuksen alueella kun taas korkein keskiarvo 0,65 löytyi sekä Hämeen että Uudenmaan ELY-keskusten alueilta. AMA:ssa lähes kaikilla alueilla keskiarvo oli noin 0,50, vain Kainuussa hieman korkeampi: 0,54.



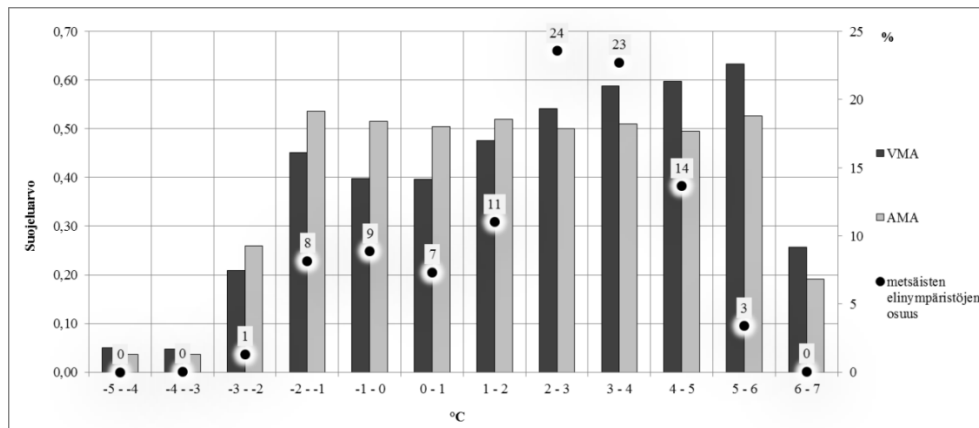
Kuva 19 ELY-keskusalueittain metsäisten elinympäristöjen suojeluarvojen keskiarvot VMA:ssa ja AMA:ssa. AMA:ssa suojeluarvot olivat alueiden kesken hyvin tasaiset, VMA:ssa alueilla oli suuriakin eroja.

4.2 Metsäiset elinympäristöt suhteessa maantieteellisiin ilmiöihin

4.2.1 Keskilämpötila ja vuosisade

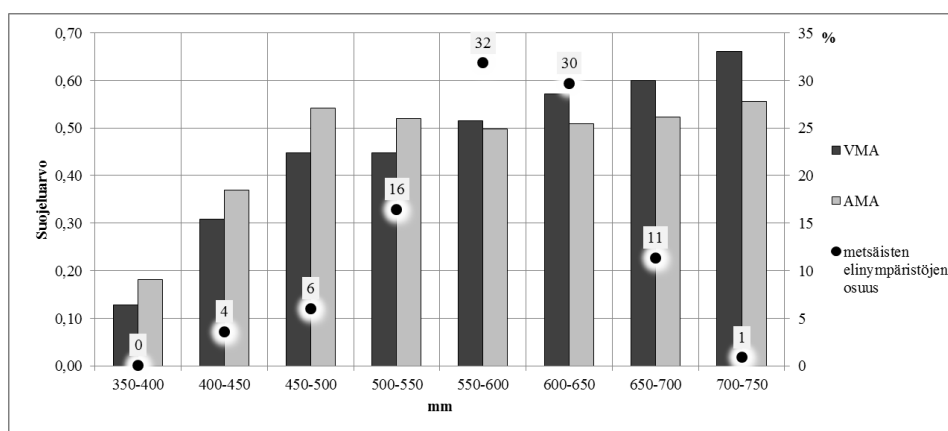
Zonation-analyysin metsäisistä elinympäristöistä lähes puolet (47 %) sijaitsi alueilla, missä vuoden keskilämpötila oli +2 ja +4 celsiusasteen välillä (kuva 20). 71 prosenttia metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi alueilla, jossa keskilämpötila oli +1 ja +5 celsiusasteen välillä. Suojeluarvoltaan alhaisimmat metsäelinympäristöt sijaitsivat Käsivarren Lapissa ja Utsjoella, joissa vuoden keskilämpötila oli -2 ja -5 celsiusasteen välillä. Suojeluarvoltaan alhaisimpia kohteita oli myös niukasti aivan lounaisimmassa saaristossa, jossa vuoden keskilämpötila oli +6 - +7 celsiusastetta, johtuen puuston huonosta kasvusta ja karuista kasvupaikoista. Valtakunnallisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissä suojeluarvojen keskiarvot nousivat melko tasaisesti lämpötilan noustessa ollen suurimmillaan 0,63, kun vuoden keskilämpötila oli +5 ja +6 celsiusasteen välillä.

Alueellisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissä suojeluarvot pysyivät melko tasaisesti 0,5 tuntumassa keskilämpötilojen -2 ja +6 celsiusasteen välillä.



Kuva 20 Kuvassa ympyrä osoittaa Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen osuuden, ja palkit VMA:n ja AMA:n keskimääräiset suojeluarvot vuosien 1971–2000 keskilämpötilojen mukaan.

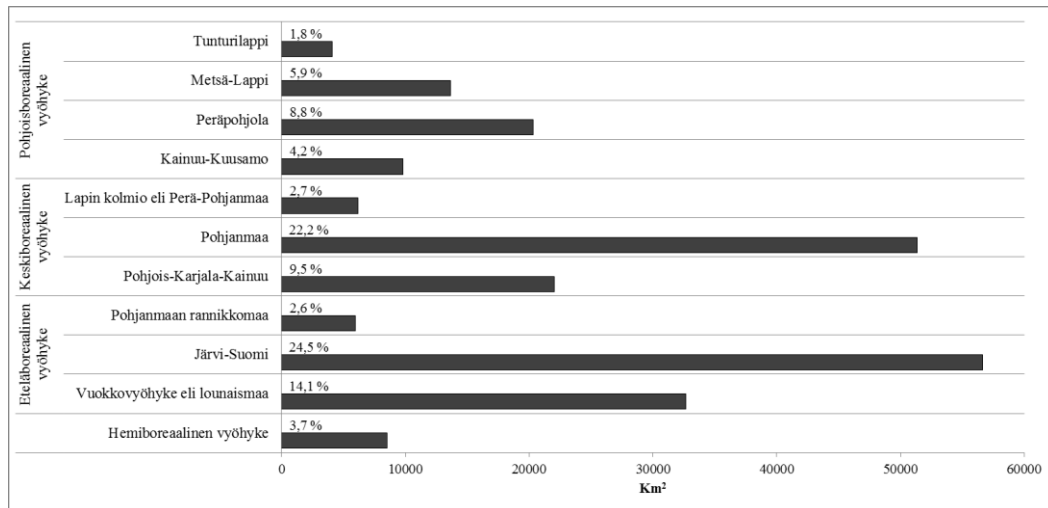
Metsäisiä elinympäristöjä oli 62 prosenttia alueilla, missä vuosisade oli 550–650 millimetriä (kuva 21) ja 89 prosenttia alueilla, missä vuosisade oli 500–700 millimetriä. VMA:ssa suojeluarvot kasvoivat tasaisesti sademäärän lisääntyessä, AMA:ssa taas suojeluarvot pysyivät tasaisina, kun vuosisade oli yli 450 millimetriä. Metsäisiä elinympäristöjä oli hyvin vähän ja niiden suojeluarvo oli alhaisin Tunturilapissa, missä vuosisade oli pienin; 350–450 millimetriä. Suojeluarvoltaan arvokkaimmat elinympäristöt sijaitsivat pienillä alueilla etelärannikolla ja Pohjois-Karjalassa, missä vuosisade oli 700–750 millimetriä.



Kuva 21 Kuvassa ympyrä osoittaa Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen osuuden, ja palkit VMA:n ja AMA:n keskimääräiset suojeluarvot vuosien 1971–2000 vuosisateen mukaan.

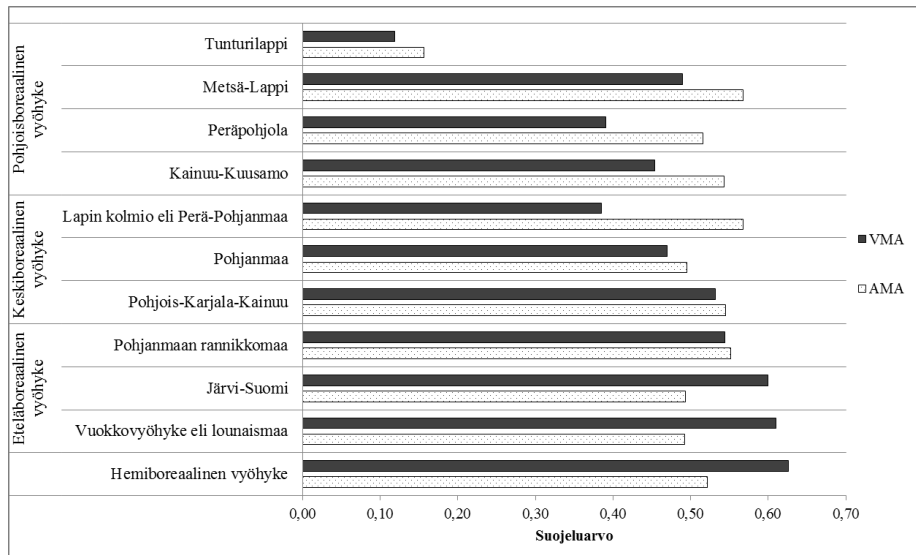
4.2.2 Metsä- ja suokasvillisuus

Zonation-analyysin metsäisistä elinympäristöistä 20,7 prosenttia sijaitsi pohjoisboreaalisella metsäkasvillisuusvyöhykkeellä, 34,4 prosenttia keskiboreaalisella vyöhykkeellä, eteläboreaalisella vyöhykkeellä 41,2 prosenttia ja hemiboreaalisella vyöhykkeellä 3,7 prosenttia (kuva 22). Noin 108 000 neliökilometriä eli lähes puolet metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi Pohjanmaan ja Järvi-Suomen metsäkasvillisuuslohkoilla, jotka olivat pinta-alaltaan suurimmat metsäkasvillisuuslohkot. Niukkimmin elinympäristöjä oli Tunturilapin, Lapin kolmion eli Perä-Pohjanmaan, ja Pohjanmaan rannikkomaalla, yhteensä 16 109 neliökilometriä.



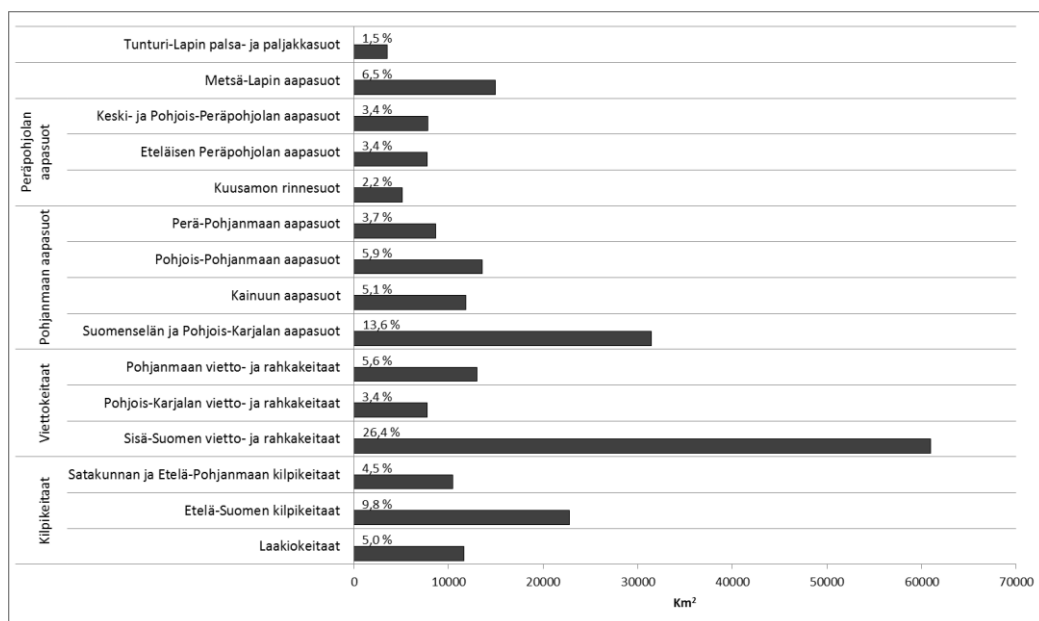
Kuva 22 Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen pinta-ala (km²) ja sen osuus eri metsäkasvillisuuslohkoilla.

Valtakunnallisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissä suojeluarvoltaan arvokkaimmat metsäiset elinympäristöt sijaitsivat hemi- ja eteläboreaalisilla metsäkasvillisuusvyöhykkeillä (kuva 23). Järvi-Suomen, vuokkovyöhykkeen ja hemiboreaalisen vyöhykkeen metsäkasvillisuuslohkoilla suojeluarvojen keskiarvo oli VMA:ssa vähintään 0,6. Alueellisen metsäisten elinympäristöjen analyysin suojeluarvojen keskiarvoissa ei ollut suuria eroja eri metsäkasvillisuuslohkojen välillä lukuun ottamatta Tunturilappia, jossa molemmissa analyysseissä suojeluarvot olivat selkeästi pienimmät: alle 0,2. AMA:ssa keskiarvoltaan arvokkaimmat kohteet olivat Metsä-Lapissa ja Lapin kolmion alueella.



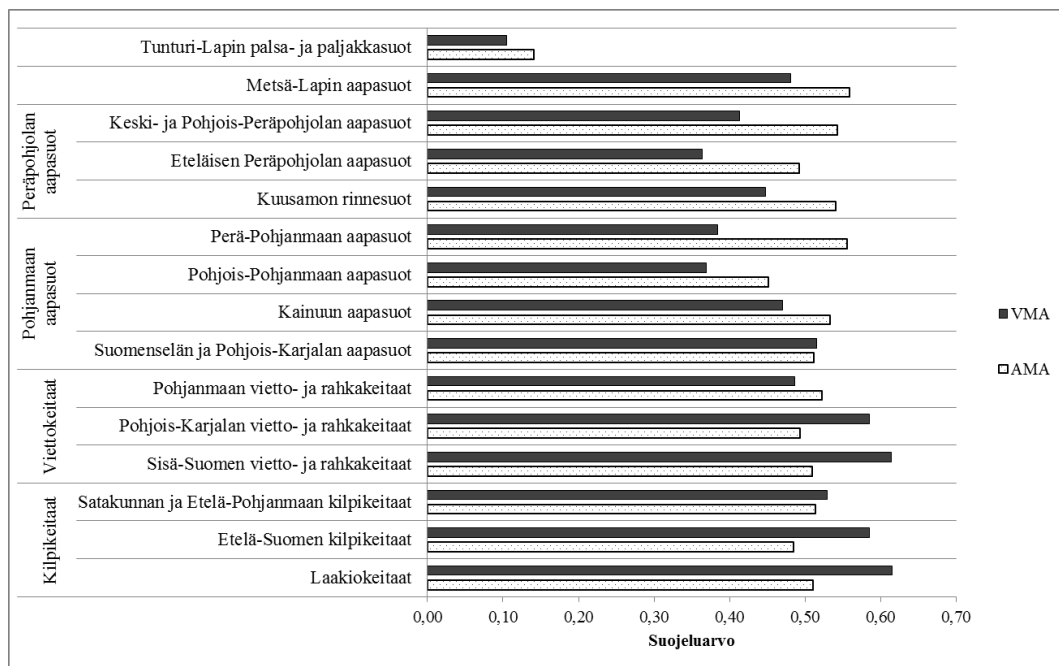
Kuva 23 VMA:n ja AMA:n suojeluarvojen keskiarvot metsäkasvillisuusvyöhykkeiden metsäkasvillisuuslohkoilla. Puolet metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi Sisä-Suomen vietto- ja rahkakeitaiden,

Suomenselän ja Pohjois-Karjalan aapasoiden sekä Etelä-Suomen kilpiketaiden suokasvillisuusvyöhykkeillä (kuva 24). Nämä olivat pinta-alaltaan suurimmat suokasvillisuuslohkot. Alle 2 prosenttia metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi pohjoisimmalla suokasvillisuuslohkolla: Tunturi-Lapin palsa- ja paljakkasuilla, jotka sijaitsevat Käsivarren Lapin ja Utsjoen alueilla.



Kuva 24 Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen pinta-ala (km²) ja sen osuus eri suokasvillisuusvyöhykkeiden suokasvillisuuslohkoilla.

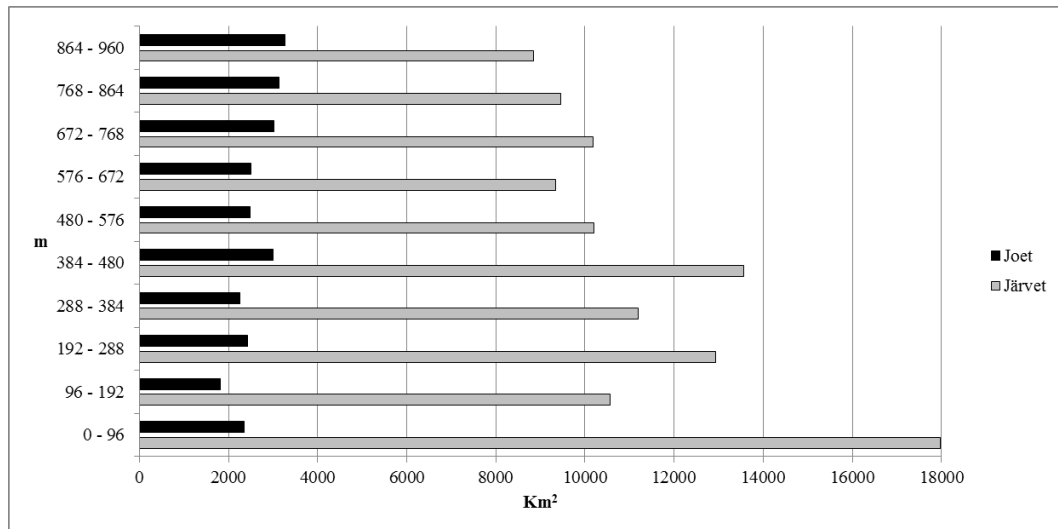
Valtakunnallisen metsäisten elinympäristöjen analyysin suojeluarvot olivat alhaisimmat pohjoisemmilla suolohkoilla, kun taas alueellisen analyysin suojeluarvot olivat alhaisimmat eteläisessä Suomessa (kuva 25). Keskisessä osassa Suomea molempien analyysien suojeluarvot olivat lähes samat (noin 0,50) Suomenselän ja Pohjois-Karjalan aapasoiden, Pohjanmaan vietto- ja rahkakeitaiden sekä Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan kilpikkeitäiden suokasvillisuuslohkoilla. Molemmissa analyyyseissa alhaisimmat suojeluarvot olivat pohjoisimmassa Suomessa Tunturi-Lapissa.



Kuva 25 VMA:n ja AMA:n suojeluarvojen keskiarvot suokasvillisuuslohkoilla.

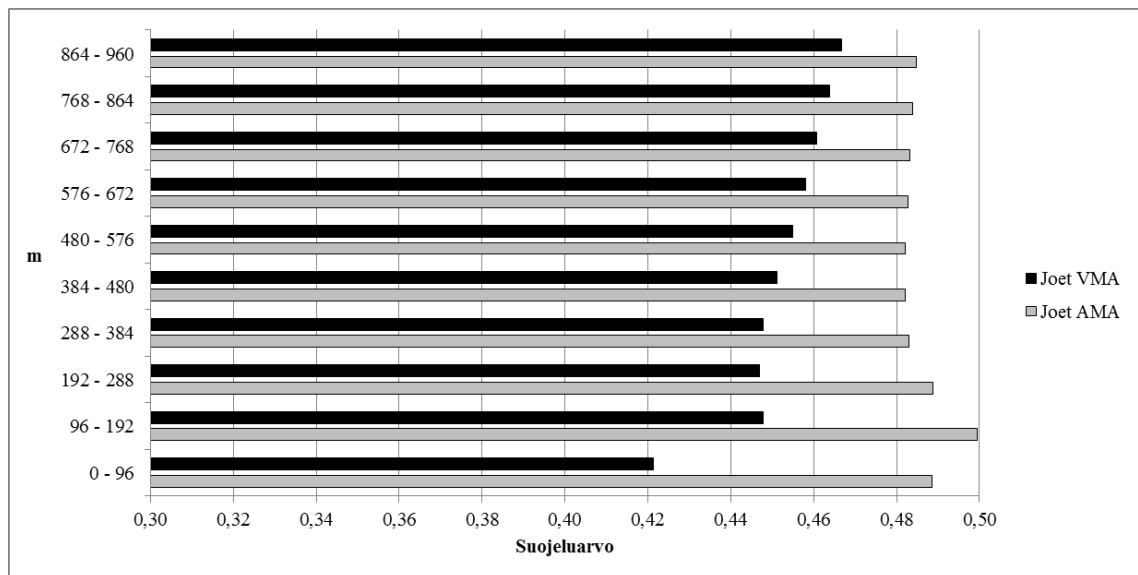
4.2.3 Vesistöjen vaikutus

Eniten metsäisiä elinympäristöjä oli alle 500 metrin etäisyydellä järvistä, kun maksimi tutkittu etäisyys oli noin 1 kilometri (kuva 26). Kaikkein eniten elinympäristöjä oli alle 100 metrin etäisyydellä järvistä. Jokien kohdalla määrät olivat tasaisempia eri etäisyyksillä: eniten elinympäristöjä oli kauimmaisella vyöhykkeellä, yli 850 metrin päässä.



Kuva 26 Tutkimusalueella sijaitsevien jokien ja järvien reunavyöhykkeillä sijaitsevat metsäiset elinympäristöt (km²).

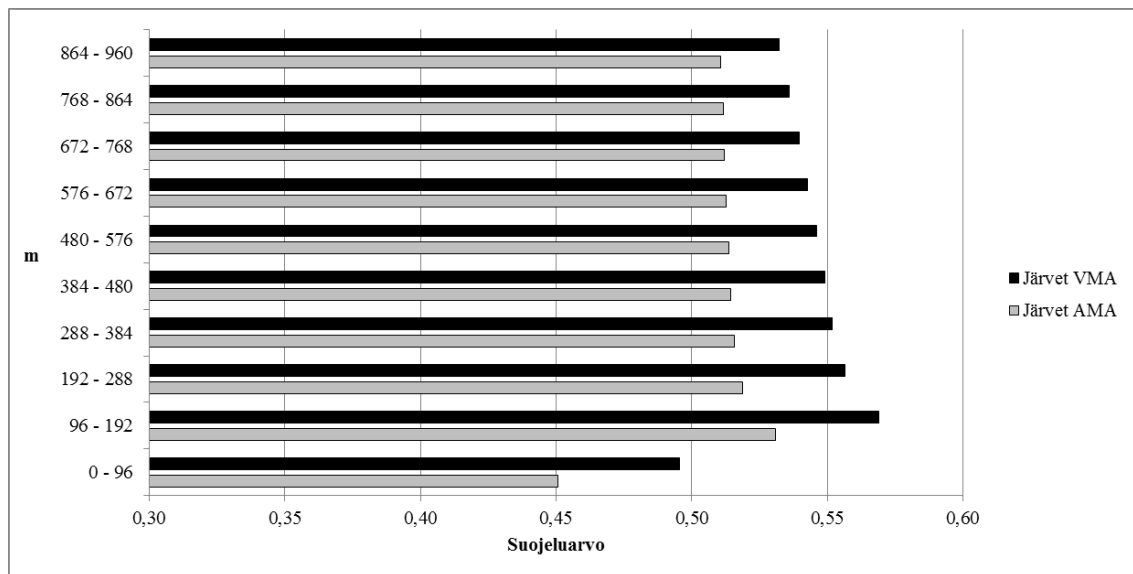
Jokien reunavyöhykkeillä sijaitsevien metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot olivat sekä VMA:ssa että AMA:ssa melko tasaisia, liikkuen VMA:ssa 0,42 ja 0,47 välillä ja AMA:ssa 0,48 ja 0,50 välillä (kuva 27). Suurin ero näiden kahden analyysin välillä oli jokia lähimpinä olevilla vyöhykkeillä, alle 200 metrin etäisyydellä.



Kuva 27 Jokien reunavyöhykkeillä sijaitsevien metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot valtakunnallisessa (VMA) ja alueellisessa (AMA) metsäisten elinympäristöjen analyysissä.

Järvien reunavyöhykkeillä sijaitsevien metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot olivat sekä VMA:ssa että AMA:ssa hyvin tasaisia yli 192 metrin etäisyydellä järvistä (kuva

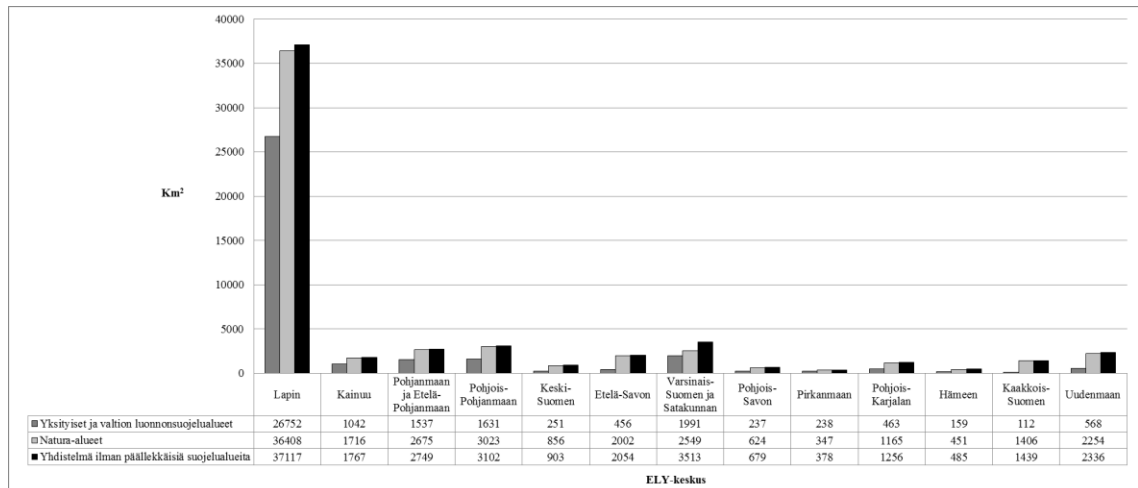
28). Kahdella lähimmällä etäisyysvyöhykkeellä suojeluarvoissa oli suurimmat erot analyysien sisällä. Alle 100 metrin etäisyydellä järvistä arvot olivat alhaisimmat molemmissa analyysissa, siirryttäessä seuraavalle vyöhykkeelle suojeluarvot nousivat VMA:ssa 0,07 ja AMA:ssa 0,08.



Kuva 28 Järvien reunavyöhykkeillä sijaitsevien metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot valtakunnallisessa (VMA) ja alueellisessa (AMA) metsäisten elinympäristöjen analyysissa.

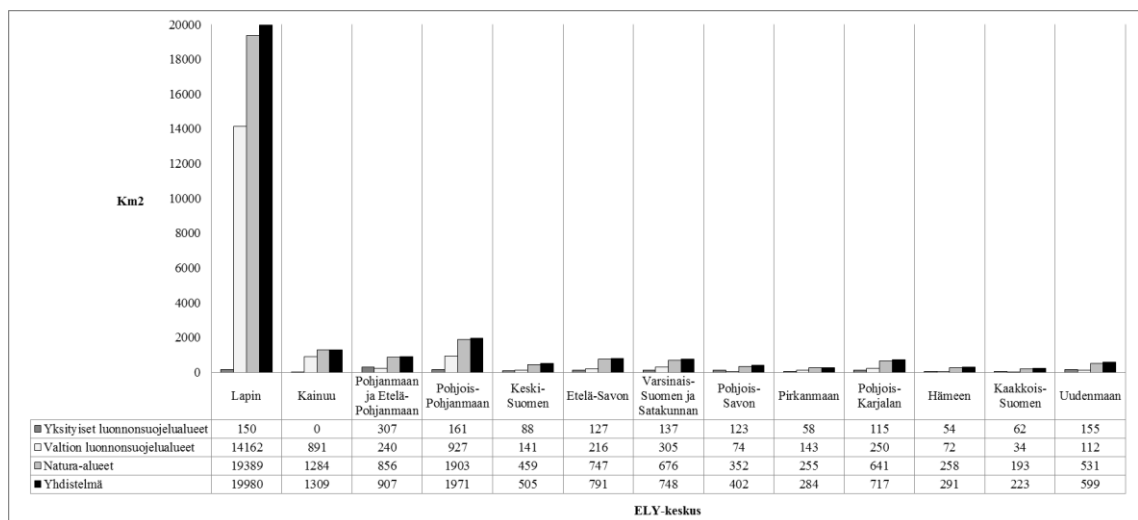
4.2.4 Suojelualueet

Lapin ELY-keskuksen alueella oli huomattavasti enemmän suojelualueita kuin minkään muun ELY-keskuksen alueella, noin kaksi kolmasosaa suojelualueiden yhteispinta-alasta (kuva 29). Alueen suojelualueiden pinta-ala (pinta-alasta vähennetty luonnonsuojelualueiden kanssa päällekkäin menevät Natura-alueet) oli yli 37 100 neliökilometriä, mikä oli lähes 93 kertaa enemmän kuin vähiten suojelualueita olleella Pirkanmaan ELY-keskusalueella, jossa suojelualueiden pinta-ala oli hieman alle 400 neliökilometriä. Lapin ELY-keskusalue oli pinta-alaltaan alle seitsemän kertaa suurempi kuin Pirkanmaan ELY-keskusalue. Toiseksi eniten suojelualueita oli yhdistetyllä Varsinais-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusalueella, noin 3 500 neliökilometriä. Natura-alueita oli jokaisella ELY-keskusalueella enemmän kuin yksityisten ja valtion omistamia luonnonsuojelualueita yhteensä, Kaakkois-Suomen ELY-keskusalueella yli 12 kertaa enemmän.



Kuva 29 Yksityisten ja valtion omistamien luonnonsuojelualueiden sekä Natura-alueiden pinta-alat (km²) ELY-keskusalueittain. Lisäksi näiden yhteispinta-ala, josta on vähennetty luonnonsuojelualueiden kanssa päällekkäin menevien Natura-alueiden pinta-alat.

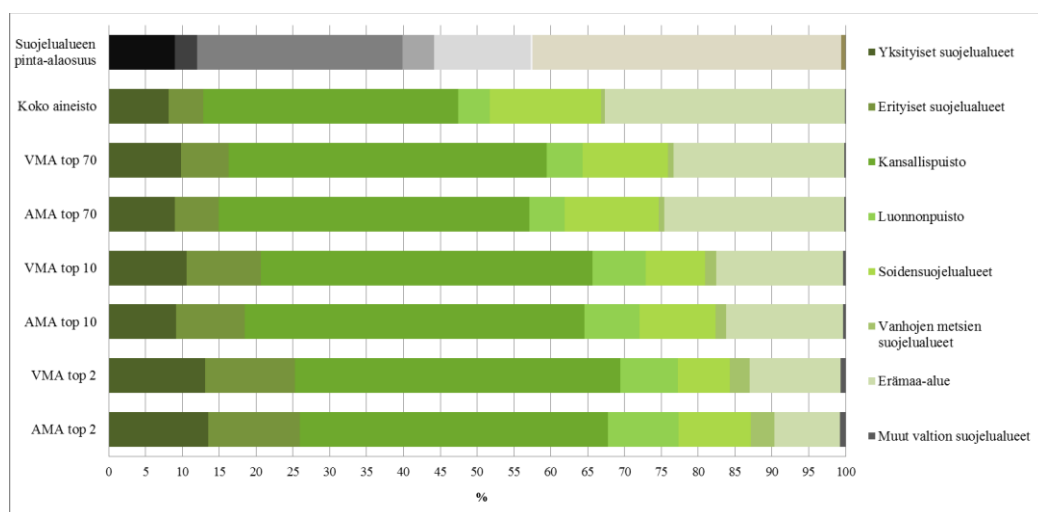
Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen pinta-alasta 8,3 prosenttia eli 19 104 neliökilometriä sijaitsi luonnonsuojelualueilla. Näistä 92 prosenttia eli 17 567 neliökilometriä sijaitsi valtion omistamilla luonnonsuojelualueilla ja loput 1 537 neliökilometriä yksityisillä luonnonsuojelualueilla (kuva 30). Zonation-analyysin metsäisten elinympäristöjen pinta-alasta sijaitsi Natura-alueilla noin 27 545 neliökilometriä eli noin 12 prosenttia.



Kuva 30 Metsäisten elinympäristöjen määrä (km²) suojelualueilla ELY-keskusalueittain.

Metsäisten elinympäristöjen parhaasta 10 prosentista (suojeluarvot 0,9-1) oli valtion omistamia luonnonsuojelualueita noin 1,5 prosenttia ja yksityisiä luonnonsuojelualueita 0,2 prosenttia. Metsäisten elinympäristöjen parhaasta 1 prosentista nykyisillä Natura-alueilla sijaitsee reilu 40 prosenttia. Suomen Natura-alueiden yhteispinta-ala vuonna 2013 oli 5,0 miljoonaa hehtaaria; luontodirektiivin mukaisia alueita oli 4,8 miljoonaa hehtaaria ja lintudirektiivin mukaisia linnustonsuojelualueita 3,1 miljoonaa hehtaaria. Alueet voivat siis olla joko yksittäin tai kokonaan tai osittain päällekkäin (Suojelualueiden... 2014: 29).

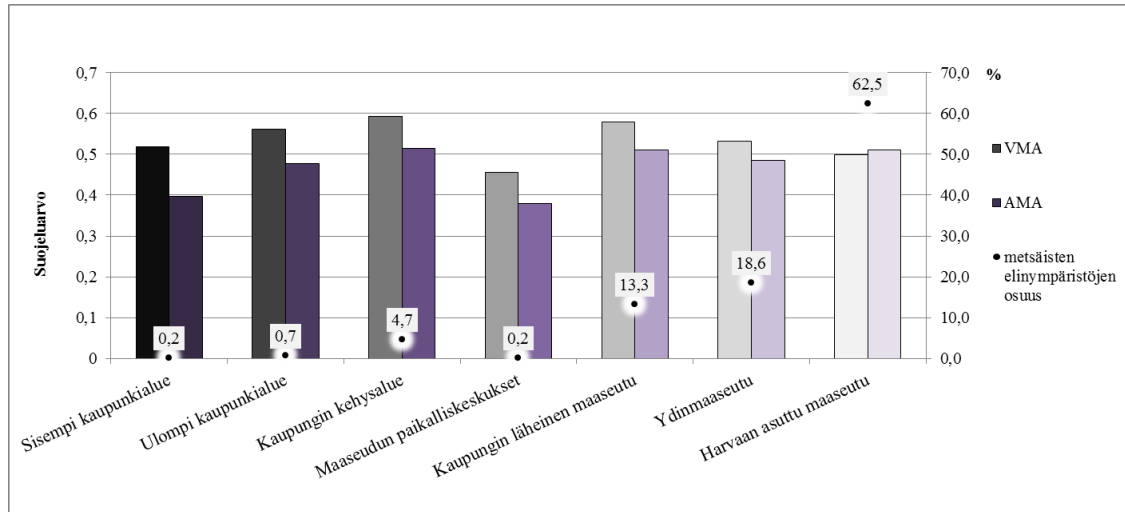
Suurin osa luonnonsuojelualueille sijoittuvista metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi kansallispuistoissa ja erämaa-alueilla (kuva 31). Suojeluarvoiltaan parhaasta 10 prosentista melkein puolet sijaitsi kansallispuistoissa, alle viidennes erämaa-alueilla, ja erityisillä suojelualueilla, luonnonpuistoissa, soidensuojelualueilla ja yksityisillä suojelualueilla noin 10 prosenttia kussakin. Vähiten metsäisiä elinympäristöjä sijaitsi vanhojen metsien suojelualueilla sekä muilla valtion suojelualueilla, joihin sisältyivät lehtojen- ja hylkeiden suojelualueet sekä Metsähallituksen omalla päätöksellä suojellut alueet. Suojelualueiden pinta-alaosuksiin suhteutettuna metsäisiä elinympäristöjä oli huomattavasti eniten vanhojen metsien suojelualueilla molempien analyysien parhaassa 2 prosentissa: noin kymmenkertainen määrä. Soidensuojelu- ja erämaa-alueiden pinta-alaosuus jäi parhaassa 2 prosentissa pienemmäksi kuin niiden osuus suojelualueiden kokonaispinta-alasta.



Kuva 31 Zonation-analyysin luonnonsuojelualueilla sijainneet metsäiset elinympäristöt luonnonsuojelueluokittain sekä suojelualueiden osuus niiden kokonaispinta-alasta.

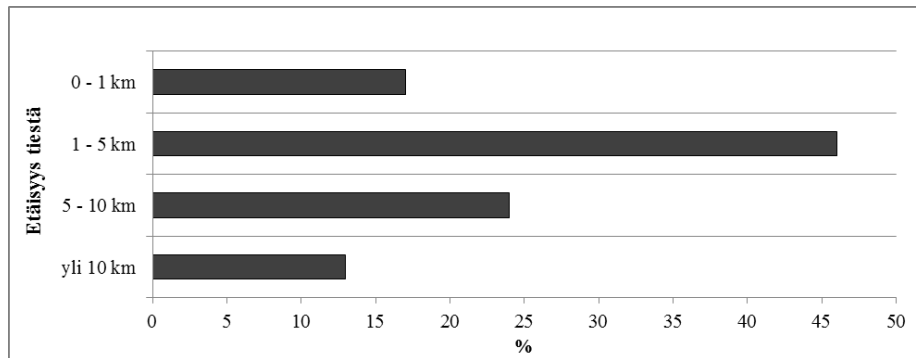
4.2.5 Kaupungin, maaseudun ja tiestön vaikutus

Suomi on jaettu seitsemään kuntarajoista riippumattomaan kaupunki- ja maaseutueluokkaan, jotka on määritetty laskemalla erilaisia muuttujia väestö-, työvoima-, työmatka- ja maankäyttöaineistojen perusteella. Metsäisiä elinympäristöjä oli hyvin vähän kaupunkialueilla ja maaseudun paikalliskeskuksissa: alle 1 prosenttia elinympäristöjen kokonaismäärästä (kuva 32). Mitä kauemmas kaupunkien vaikutusalueelta mentiin, sitä enemmän esiintyi metsäisiä elinympäristöjä. Lähes kaksi kolmannelle elinympäristöistä sijaitsi harvaan asutulla maaseudulla. Suojeluarvoiltaan arvokkaimmat kohteet sijaitsivat valtakunnallisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissä (VMA) kaupunkien kehysalueilla ja kaupunkien läheisellä maaseudulla. Alueellisessa metsäisten elinympäristöjen analyysissä (AMA) suojeluarvoltaan parhaimmat kohteet sijaitsivat samoilla alueilla kuin VMA:ssa sekä harvaan asutulla maaseudulla. Suojeluarvoiltaan huonoimmat kohteet sijaitsivat molemmissa analyysissä maaseudun paikalliskeskuksissa. AMA:ssa myös sisemmillä kaupunkialueilla sijaitsi suojeluarvoltaan selvästi heikompi kohteita.



Kuva 32 Metsäisten elinympäristöjen osuus ja niiden arvot VMA:ssa ja AMA:ssa kaupunki-maaseutu -luokituksen mukaan.

Metsäisten elinympäristöjen lähellä oli runsaasti teitä. Lähes kaksi kolmannelle elinympäristöistä sijaitsi alle 5 kilometrin päässä suurimmista teistä eli valta-, kanta- ja seutu-teistä (kuva 33).



Kuva 33 Metsäisten elinympäristöjen pinta-alaosuus eri etäisyyksillä suurimmista teistä. Teihin kuuluvat valta-, kanta- ja seututiet.

5. Tulosten tarkastelu

5.1 Metsäisten elinympäristöjen spatiaalinen priorisaatio

Tutkimuksen tuloksissa oli havaittavissa pohjois-eteläsuuntaista painottumista metsäisten elinympäristöjen maantieteellisessä sijoittumisessa molempien analyysien priorisointikartoissa: VMA:ssa parhaat metsäiset elinympäristöt painoutuivat eteläiseen Suomeen ja AMA:ssa taas pohjoiseen Suomeen. Metsäisten elinympäristöjen suojeluarvoissa oli havaittavissa eroja VMA:n ja AMA:n välillä. Suojeluarvojen erot myös noudattivat monin paikoin ELY-keskusten hallinnollisten alueiden rajoja. Esimerkiksi Hämeen ja Uudenmaan ELY-keskusten alueilla erot olivat suurimmat, koska näillä alueilla oli VMA:ssa pinta-alaan suhteutettuna huomattavasti enemmän arvokkaimpia metsäisiä elinympäristöjä. Yhdistetyllä Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueella taas oli pinta-alaan suhteutettuna vähän metsäisiä elinympäristöjä ja niiden suojeluarvojen keskiarvo oli molemmissa analyysissä lähes sama, joten tällä alueella analyysien erot olivat pienimmät. Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueella ja pitkin länsirannikkoa on niukimmin punaisen listan metsäisiä lajeja (Metsäisten elinympäristöjen... 2017: 30), mikä on osasyynä alueen alhaisiin tuloksiin. Selittävänä tekijänä metsäisten elinympäristöjen sijoittumiseen hallinnollisten rajojen mukaan kahden analyysin välillä voi olla se, että AMA:ssa, jossa tarkastellaan vain mitä yhden hallinnollisen alueen sisällä on, saadaan analyysillä korkeita suojeluarvoja kohteille, jotka VMA:ssa saavat huomattavasti matalampia arvoja. AMA:ssa niin sanotusti ”pakotetaan” löytymään alueelta arvokkaita elinympäristöjä.

Kuten olisi voinut odottaakin, metsäiset elinympäristöt keskittyivät alueille, joissa kasvuolosuhteet ovat otollisimmat ja tehoisan lämpötilan summa keskimääräistä korkeampi. Kaikkein arvokkaimmat kohteet sijoittuivat VMA:ssa etelä- ja hemiboreaalisille metsäkasvillisuusvyöhykkeille, joissa terminen kasvukausi on pisin. AMA:ssa keskilämpötilavyöhykkeiden vaikutus suojeluarvoihin oli pieni, koska tarkastelun kohteena oli vain ELY-keskusalue koko Suomen sijaan.

Metsäisten elinympäristöjen sijainti suhteessa vesistöihin ilmensi järvien ja jokien sijaintia metsäisessä Suomessa. Maksimi etäisyyden ollessa yhden kilometrin vesistöistä, hieman vajaa kaksi kolmannesta metsäisistä elinympäristöistä sijaitsi alle puolen kilometrin päässä järvistä, jokien läheisyydessä sijaitsi hieman alle puolet. Tuloksia selittää osaltaan Suomen runsasjärvisyys sekä suurien jokien sijainti alueilla, joissa metsäisiä elinympäristöjä oli paljon. Tämä näkyi myös suojeluarvoissa vesistöjen läheisyydessä. VMA:ssa suojeluarvot olivat keskimäärin korkeampia järvien läheisyydessä ja laskivat hitaasti etäisyyden kasvaessa. AMA:ssa arvot pysyivät lähes samana, vaikka etäisyys kasvoi. Vesistöjen rantametsissä suojeluarvo oli huomattavan alhainen. Reunametsien suojeluarvojen mataluus selittyy osaltaan sillä, että Zonation-analyysissä oli laskentojen nopeuttamiseksi poistettu reunasoluja, joilta puuttui vähintään yhdestä kulmasta naapurirasteri. Tämä näkyy matalampina suojeluarvoina tyhjiä alueiden reunoilla kuten jokien, järvien ja puuttomien soiden reuna-alueilla, jos alueella ei ole ollut arvokkaita piirteitä. AMA:n tuloksissa korostui jokien lähimetsien korkeampi suojeluarvo. AMA:n priorisaatiokartoissa oli muutenkin nähtävissä, että pienialaisten tyhjiä alueiden kuten jokien, pienten soiden tai lampien vieressä olevilla rastereilla oli AMA:ssa enemmän korkeampia arvoja kuin VMA:ssa.

Odotetusti metsäisten elinympäristöjen pinta-alasta lähes 95 prosenttia sijaitsi kaupunkimaaseutu -luokituksen mukaisella maaseudulla, jota metsäpinta-alaltaan suurimpiin kuuluvat Lapin ja Kainuun ELY-keskusalueet ovat. VMA:ssa metsäisten elinympäristöjen arvokkaimmat kohteet painottuivat eteläiseen Suomeen, mikä näkyi arvokkaimpien kohteiden sijoittumisessa kaupunkialueille ja kaupunkien läheiselle maaseudulle. Yksi selittävä tekijä arvokkaimpien kohteiden sijoittumiselle lähelle kaupunkien ydinalueita saattoi olla taajamametsien säilyttäminen. Taajamametsillä on merkitystä uhanalaisten metsälajien säilymiselle, jos hoitotoimissa otetaan lajit huomioon (Uhanalaisten lajien... 2016: 48). Myös kansallispuistoja ja retkeilyalueita sijaitsee paljon eteläisen Suomen

kaupunkialueilla ja kaupunkien läheisellä maaseudulla, mikä osaltaan selittää arvokkaiden kohteiden sijaintia eteläisessä Suomessa. Metsäisten elinympäristöjen sijoittuminen lähelle suurimpia teitä kertoo lähinnä Suomen tieverkon tiheydestä.

Molemmissa priorisaatiokartoissa silmämääräisesti tarkasteltuna suojeluarvoltaan kaikkein arvokkaimmat ja pinta-alaltaan yhtenäisimmät alueet sijoittuivat olemassa oleville metsäisille luonnonsuojelualueille ja Natura-alueille tai niiden läheisyyteen. Rakennepiirteiltään laadukkaiden kohteiden keskittymät ja niiden välinen kytkeytyvyys ovat tärkeitä näiden alueiden kyvylle ylläpitää lajiston selviytymistä. Suojelualueverkostoa täydentämällä ja suojelualueiden ulkopuolisten alueiden maankäytön ja luonnonhoidon keinoin voidaan alueiden kytkeytyvyyttä lisätä (Uhanalaisten lajien... 2016: 85). Luonnonsuojelualueiden pinta-alasta hieman yli puolet oli metsäisiä elinympäristöjä, Natura-alueiden pinta-alasta osuus jäi hieman alle puolen prosentin. Metsäisten elinympäristöjen jokseenkin vähäinen määrä johtuu siitä, että suojelualueita sijaitsee merialueilla, sisävesistöissä ja puuttomilla soilla sekä tunturialueilla. Suojelualueiden sisällä olevia erityisen arvokkaita kohteita tulisi tarkastella tarkemmin ja arvioida näiden elinympäristöjen ennallistamisen ja luonnonhoidon tarpeita suojelualueiden hoidon ja käytön suunnittelussa. Tulosten perusteella kaikkein arvokkaimpina luonnonsuojelualueina voidaan pitää kansallispuistoja, erityisiä suojelualueita, luonnonpuistoja ja vanhojen metsien suojelualueita. Näissä oli pinta-alan suhteutettuna eniten arvokkaimpia metsäisiä elinympäristöjä, huomattavasti eniten vanhojen metsien suojelualueilla. Tästä voi päätellä, että analyyseissa on onnistuttu löytämään oikeita priorisaatioalueita.

5.2 Menetelmien onnistuminen ja virhelähteet

Merkittävänä virhelähteenä tutkimuksessa voidaan pitää Metsähallituksen metsätalousalueiden puuttumista priorisaatiokartoilta, mikä vääristi tulosten pinta-aloja ja täten myös niillä tehtyjä laskelmia. Samoin metsätalousalueiden alueiden puuttuminen vaikutti suojeluarvotilastoihin. Se, paljonko Metsähallituksen metsätalousalueiden puuttuminen pinta-aloista vaikutti tuloksiin, on mahdotonta arvioida. Toinen merkittävä, tulosten julkaisuun vaikuttanut tekijä oli laki Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä ja metsätiedon soveltaminen henkilötietoon. Tämä tarkoitti sitä, että karttoja ei saanut näyttää tutkimuksen tuloksissa niin suurimittakaavaisena, että yksityisten

metsänomistajien tiloja olisi pystynyt hahmottamaan priorisaatiokartoilla ja yhdistämään niitä saatuihin tuloksiin.

Priorisaatiokarttojen tulosten ymmärtäminen ja hahmottaminen vaati aiempaa tietoa muun muassa metsien puusto- ja kasvupaikkatekijöistä sekä metsänhoidollisista asioista, mitä minulla metsäalalta oli. Aineistojen tulkinnassa oli kuitenkin välillä vaikeuksia, koska kaikki tulosten syntyyn vaikuttaneet tekijät, kuten Zonation-ohjelmassa käytetyt asetukset, eivät olleet tiedossani. Tämä olisi vaatinut vielä tarkempaa Zonation-ohjelman toimintaperiaatteisiin perehtymistä ja itse analyysien tekoon osallistumista. Sain kuitenkin arvokasta tulkinta-apua SYKEN Ninni Mikkoselta. Analyysien tekijät ja ulkopuoliset asiantuntijat ovat vaikuttaneet muun muassa analyysiin valittujen piirteiden painoarvojen ja sakkoarvojen määrittelyyn. Nämä arvot on kirjattu analyyseista tehtyyn manuaaliin.

Työssäni käyttämäni menetelmät olivat suurimmalta osin onnistuneita. Paikkatietoanalyysissä käytin ArcMap 10.2 -ohjelmaa, tilastolaskuissa ja kaavioiden luonnissa Excel-tilustaulukkolaskentaohjelmaa. Zonation-aineistojen suuri koko (yli 25 miljoonaa rasterisolua) aiheutti vaikeuksia joidenkin analyysien toteuttamisessa ja aineistojen karsimisesta huolimatta jouduin joitain analyysejä jättämään pois tutkimuksesta tietokoneen muistikapasiteetin rajallisuuden vuoksi. Tämä ei kuitenkaan vähentänyt saatujen tulosten merkitystä.

Zonation-analyysissä lähtöaineistoina käytetyt puustotunnukset, hakkuu- ja hoitoehdotukset ja metsänkäyttöilmoitukset oli saatu suurimmalta osin Suomen metsäkeskukselta ja Metsähallitukselta. Metsäkeskukselta saadut puustotiedot olivat suurilta osin laserkeilauksella saatua puustotietoa, mikä ei laadultaan vastaa metsäsuunnittelun maastomittauslaatua. Hakkuu- ja hoitoehdotuksia harvemmin toteutetaan yksityismetsissä siinä mittakaavassa, mitä ehdotuksiin kirjataan. Myöskään metsänkäyttöilmoituksilla tehty hakkuu- ja hoitoilmoitukset eivät aina toteudu. Toteutumista ja toteuttamatta jättämisistä ei kuitenkaan monesti saada tietoa, jolloin kuviotiedot voivat jäädä virheellisiksi. Muun muassa nämä edellä mainitut saattavat tuottaa virheellisiä tuloksia Zonation-ohjelmaan syötettävien laatu- ja sakkokertoimien myötä.

5.3 Metsätalouden ja metsien suojelun yhteensovittaminen

Metsäsektorilla on tällä hetkellä meneillään paljon muutoksia, joilla voi olla sekä hyviä että huonoja, suuria ja kauaskantoisia vaikutuksia metsien käyttöön. Meneillään on muun muassa niin sanottu biotalousbuumi, jolla pyritään metsästä saatavien raaka-aineiden käyttöä lisäämään. Lisäksi hilamuotoiset metsävaratiedot ovat tulossa julkisiksi vuoden 2017 aikana riippuen lakimuutoksen etenemisestä, mikä merkitsee metsätiedon tuloa julkiseksi kaikkien käytettäväksi. Samaan aikaan, kun aktiivisuuden odotetaan lisääntyvän metsäsektorilla, METSO-rahoitusta on leikattu ja leikataan edelleen radikaalisti valtion taholta.

Biotalous on tällä hetkellä voimakkaasti esillä metsäalalla ja siitä toivotaan piristystä metsäsektorin pitkään jatkuneeseen taantumaa. Metsästä peräisin olevia biomassoja käytetään monenlaisiin tuotteisiin ja uusia kehitetään koko ajan, jotta metsien puuvaroja voitaisiin hyödyntää tehokkaammin. Erityisesti Suomeen suunnitellut ja rakennusvaiheessa olevat uudet biotuotelaitokset tulevat toteutuessaan lisäämään kuitupuun kysyntää merkittävästi koko Suomessa. Juuri tällä hetkellä metsien kestävä käyttö tulisi ottaa huomioon ja arvokkaimpien metsäisten elinympäristöjen tunnistaminen ja säilyttäminen on tärkeää.

Laki Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä on muuttumassa lähikuukausien aikana, jolloin hilamuotoiset metsävaratiedot tulevat julkisesti saataville ilman niiden nykyistä henkilötietoihin verrattavaa statusta. Yksityisten metsävaratietojen lisäksi julkisiksi ovat tulossa myös Metsähallituksen, yritysten ja yhteisöjen ja kuntien metsävaratiedot. Tämä mahdollistaa metsätietojen tehokkaamman käytön myös suojelusuunnittelussa ja poistaa nykyisiä tiedon saannin vaikeuksia ja rajoituksia tutkimustyössä.

Spatiaalisia suojelupriorisointeja on laadittu Suomessa aiemminkin METSO-kohteiden löytämiseksi, mutta ei tässä mittakaavassa kuin uusin Zonation-ohjelmalla laadittu valtakunnallinen, koko metsäisen Suomen kattava spatiaalinen priorisointi. Spatiaalinen priorisaatio ei mahdollista ainoastaan arvokkaimpien metsäisten elinympäristöjen löytämisen vaan sen avulla voidaan myös löytää vähiten arvokkaat kohteet, jotka voitaisiin mahdollisesti jättää metsätalouden käyttöön.

Priorisaatiokarttojen heikko käyttöönotto on ollut ongelmana METSO-ohjelman toteutuksessa. Tuloksien jalkautus on vaikeaa, jos käyttäjät eivät ymmärrä tekijöitä, jotka vaikuttavat priorisaatiokarttojen syntyyn eikä ymmärretä itse tuloksia. Yhteistyö eri tahojen, analyysien tekijöiden ja loppukäyttäjien kesken on tärkeää. Myös tulosten oikeellisuuden tarkastelu on välttämätöntä tulosten uskottavuuden lisäämiseksi. Tähän ei ole mielestäni riittävästi panostettu, johtuen varmasti pitkälti resurssien puutteeseen. Zonation-ohjelma on hyvä apuväline resurssien kustannustehokkaaseen kohdentamiseen suojelusuunnittelussa. Toisaalta resurssien niukkeneminen hankaloittaa tulosten käyttöönottoa suojelutyössä.

6. Kirjallisuus

- Boucher, D., L. De Grandpré, D. Kneeshaw, B. St-Onge, J-C. Ruel, K. Waldron & J-M. Lussier (2015). *Effects of 80 years of forest management on landscape structure and pattern in the eastern Canadian boreal forest*. Landscape Ecology 30: 1913–1929.
- C-BIG. Conservation Biology Informatics Group (2016). Helsingin yliopisto. 9.2.2016.
<<http://cbig.it.helsinki.fi>>
- Ciarleglio, M., S. Sarkar ja J. W. Barnes (2010). *ConsNet manual*. Ver 2.00. April 2010. 51 s. University of Texas Austin.
- Digiroad - tietolajien kuvaus. Julkaisu 3/2016 (6.6.2016). 27.11.2016.
<http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/236203/Tietolajien_kuvaus.pdf/2b6cd70c-a040-4b4c-8b47-b6518e3becee>
- Ennallistaminen suojelualueilla. Ennallistamistyöryhmän mietintö (2003). Suomen ympäristö 618. Ympäristöministeriö. 220 s.
- Gardner, R. H., B. T. Mome, M. G. Turner ja R. V. O'Neill (1987). *Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern*. Landscape Ecology 1:19-28.
- Hanski, I. (1999). Habitat connectivity, habitat continuity, and metapopulation in dynamic landscapes. Oikos 87: 209–219.
- Hanski, I. (2003). *Ekologinen arvio Suomen metsien suojelutarpeesta*. Teoksessa Harkki, S., K. Savola ja M. Walsh (toim.): Palaako elävä metsä? – Metsiensuojelun tavoitteita 2000-luvun Suomessa. BirdLife Suomen julkaisuja (No. 5.): 18–33. Yliopistopaino, Helsinki.
- Hetemäki, L., S. Niinistö, R. Seppälä ja J. Uusivuori (toim.) (2011). *Murroksen jälkeen - Metsien käytön tulevaisuus Suomessa*. Metsäkustannus Oy. 140 s. Kariston Kirjapaino Oy, Hämeenlinna.
- Jokimäki, J. & H. Henttonen (1998). *Ekokäytävät metsäsuunnittelun työvälineenä*. Metsätieteen aikakauskirja 3/1998: 457-464.
- Kasvupaikkatyytit - metsänhoidon perusta (2015). Metsään-lehti. 8.4.2015. <<http://metsaan-lehti.fi/fi/artikkeli/kasvupaikkatyytit>>
- Kaupunki-maaseutu-luokitus (YKR) (2013). SYKE/YKR. 13.9.2016. <<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7BBDD349C3-3656-4B3C-A590-77901C058DA2%7D>>
- Koskela, T., S. Kuusela, K. Syrjänen ja S. Anttila (toim.) (2016). *METSO-tilannekatsaus 2015*. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008–2025. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2016. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf ja F. Rubel (2006). *World map of Köppen-Geiger climate classification updated*. Meteorologische Zeitschrift 15 (3): 259-263.
- Kouki, J., S. Löfman, P. Martikainen, S. Rouvinen (2001). *Forest fragmentation in Fennoscandia: linking habitat requirements of wood-associated threatened species to landscape and habitat changes*. Scandinavian Journal of Forest Research, Supplement 3: 27–37.
- Kukkala & A. Moilanen (2013). *Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning*. Biological Reviews 88: 443–464.

- Kurttila, M. & J. Jokimäki (2002). *Aluetason spatiaaliset tavoitteet metsäsuunnittelussa*. Metsätieteen aikakauskirja 2/2002: 115–129.
- Laki Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä (6.5.2011/419). 10.2.2016.
<<http://www.finlex.fi>>
- Lehtomäki, J. (2014). *Quantitative methods for targeting conservation management and intensive forestry in Boreal forests*. Väitöskirja. 60 s. Helsingin yliopisto
- Lehtomäki, J. & A. Moilanen (2013). *Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation*. Environmental Modelling & Software 47: 128–137.
- Lehtomäki, J., S. Kareksela ja T. Haapalehto (2016). *Kestävä biotalous vaatii tutkimustietoon perustuvaa suunnittelua*. Metsätieteen aikakauskirja 3-4/2006: 193–197.
- Lehtomäki, J., E. Tomppo, P. Kuokkanen, I. Hanski & A. Moilanen (2009). *Applying spatial conservation prioritization software and high-resolution GIS data to a national-scale study in forest conservation*. Forest Ecology and Management 258: 2439–2449.
- Leinonen A., J. Lehtomäki, L. Saaristo, T. Haapalehto & N. Mikkonen (2013). *Metsäelinympäristöjen Zonation-analyysien tulosten käyttöohje*. 31 s. Julkaisematon moniste.
- Lyytimäki, J. & H. Hakala (2008). *Ympäristön tila ja suojele Suomessa*. 447 s. Yliopistopaino, Helsinki.
- Löfman, S. & J. Kouki (2001). *Fifty years of landscape transformation in managed forests of southern Finland*. Scandinavian Journal of Forest Research 16: 44–53.
- Löfman, S. & J. Kouki (2003). *Scale and dynamics of a transforming forest landscape*. Forest Ecology and Management 175: 247–252.
- Maastotaulukot. Hyvän metsänhoidon suositukset (2014). Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 48 s.
- Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve -työryhmän mietintö (2000). Suomen ympäristö 437. Ympäristöministeriö. 284 s. Oy Edita Ab, Helsinki.
- METSO – Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma (2016). METSO. 22.9.2016. <
<http://www.metsonpolku.fi/fi-FI/METSOohjelma>>
- Metsäisten elinympäristöjen valtakunnalliset ja alueelliset Zonation-analyysit 2015 - 2016 (2017). Zonation-analyysin seloste. Julkaisematon moniste. 55 s. SYKE. Päivitetty 11.1.2017.
- Metsätilastollinen vuosikirja 2014 (2014). Metsäntutkimuslaitos. 426 s. Tammerprint Oy, Tampere.
- Mikkonen, N. (2012). *Suojelualueiden arvottaminen Natura 2000 -luontotyyppien perusteella valtion mailla*. Pro Gradu. 136 s. Helsingin yliopisto.
- Mikkonen, N. (2016). *Metsäisten elinympäristöjen Zonation-analyysit 2015 - 2016. Valtakunnalliset ja ELY-alueittaiset tulokset*. Julkaisematon moniste. 87 s. Suomen ympäristökeskus / Luontoympäristökeskus. Tulosten jalkautuskoulutus Suomen metsäkeskuksen asiantuntijoille ja asiakaspalvelijoille 14.4.2016.
- Mikkonen, N. & A. Moilanen (2013). *Identification of top priority areas and management landscapes from a national Natura 2000 network*. Environmental Science & Policy 27: 11–20.
- Ministeri Tiilikainen: Metso-ohjelma jatkuu tavoitteesta tinkimättä – toteutusta tehostettava (2015). Tiedote 8.10.2015 klo 9.00. Ympäristöministeriö. 22.9.2016. <[http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Ministeri_Tiilikainen_Metsoohjelma_jatku\(35769\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Ministeri_Tiilikainen_Metsoohjelma_jatku(35769))>

- Moilanen, A. (2007). *Landscape Zonation, benefit functions and target-based planning: Unifying reserve selection strategies*. Biological Conservation 134: 571–579.
- Moilanen, A., F. M. Pouzols, L. Meller, V. Veach, A. Arponen, J. Leppänen ja H. Kujala (2014). *Zonation - Spatial conservation planning methods and software. Version 4. User Manual*. 288 s. Helsingin yliopisto, Helsinki.
- Moilanen, A., B. J. Anderson, F. Eigenbrod, A. Heinemeyer, D. B. Roy, S. Gillings, P. R. Armsworth, K. J. Gaston & C. D. Thomas (2011). *Balancing alternative land uses in conservation prioritization*. Ecological Applications 21 (5): 1419–1426.
- Myllyntaus, T. & T. Mattila (2002). *Decline or increase? The standing timber stock in Finland, 1800–1997*. Ecological Economics 41: 271–288.
- Pressey, R. L., M.E. Watts, T. W. Barrett ja M. J. Ridges (2009). *The C-Plan conservation planning system: origins, applications, and possible futures*. Teoksessa Moilanen, A., K. A. Wilson ja H. P. Possingham, (toim.): *Spatial conservation prioritization: quantitative methods and computational tools*. 211–234. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Rantala, M., S. Kuusela, K. Syrjänen & S. Anttila (toim.) (2014). *Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008-2020 METSOn tilannekatsaus 2013*. 39 s. Metlan työraportteja 293. Metsäntutkimuslaitos, Vantaa.
- Rassi, P., E. Hyvärinen, A. Juslén ja I. Mannerkoski (toim.) (2010). *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010*. 685 s. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Rouvinen, S., T. Kuuluvainen ja L. Karjalainen (2002). *Coarse woody debris in old Pinus sylvestris dominated forests along a geographic and human impact gradient in boreal Fennoscandia*. Canadian Journal of Forest Research Vol. 32: 2184–2200.
- Rouvinen, S., A. Rautiainen ja J. Kouki (2005). *A relation between historical forest use and current dead woody material in a boreal protected old-growth forest in Finland*. Silva Fennica 39 (1): 21–36.
- Saku, S., R. Solantie, K. Jylhä, A. Venäläinen, H. Valta (2011). *Ääriämpötilojen alueellinen vaihtelu Suomessa*. Raportteja 2011: 1. Ilmatieteenlaitos, Helsinki
- Sirkiä, S., J. Lehtomäki, H. Lindén, E. Tomppo ja A. Moilanen (2012). *Defining spatial conservation prioritization of capercaillie (Tetrao urogallus) lekking landscapes in South-Central Finland*. Wildlife Biology 18 (4): 337–353.
- Solantie, R. (2005). *Productivity of boreal forests in relation to climate and vegetation zones*. Boreal Environment Research 10: 275–297.
- Suojelalueiden hoidon ja käytön periaatteet (2014). *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 2013. Metsähallitus. 134 s. Edita Prima Oy, Helsinki.
- Suomen ilmastovyöhykkeet (2016). Ilmatieteenlaitos. 10.11.2016. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet>>
- Tasanen, T. (2004). *Läksi puut ylenemään. Metsien hoidon historia Suomessa keskiajalta metsäteollisuuden läpimurtoon 1870-luvulla*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 920. 444 s. Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala.

Uhanalaisten lajien suojelun toimintaohjelma (2016). Ympäristöministeriö. 131 s. 10.5.2016.

<http://www.ym.fi/download/Uhanalaisten_lajien_suojelun_toimintaohjelma_Ehdotus_2016pdf/e41668cc-b899-4588-a309-c935dfd42f24/119811>

Valtakunnan metsien inventointi (VMI) (2015). Luke. 4.11.2015. <

<http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>>

Valtioneuvoston periaatepäätös Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelman jatkamisesta 2014–2025 (2016). Valtioneuvosto. 27.11.2016.

<<http://valtioneuvosto.fi/paatokset/periaatepaatokset>>

Väestörakenne (2014). Tilastokeskus, Helsinki. 4.9.2016. <<http://www.stat.fi/til/vaerak/2013/index.html>>

Watts, M. E., I.R. Ball, R.S. Stewart, C. J. Klein, K. Wilson, C. Steinback, R. Lourival, L.Kircher, ja H.

P. Possingham (2009). *Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning*. Environmental Modelling and Software 24: 1513–1521.

With, K. A., R. H. Gardner ja M. G. Turne (1997). *Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environment*. Oikos 78 (1): 151-169.